HISTOIRE NATURELLE.

TOME VIII.

1
d
B

HISTOIRE
NATURELLE,
GÉNÉRALE
ET PARTICULIERE,

Par M. le COMTE de BUFFON, Intendant du jardin du Roi, de l'Académie Françoise et de celle des Sciences, &c.

Tome VIII.





AUX DEUX-PONTS,
Chez SANSON & Compagnie.

M. DCC. LXXXV.



HISTOIRE

NATURELLE.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

HUITIEME MÉMOIRE.

EXPÈRIENCES *sur la pesanteur du Feu & sur la durée de l'incandescence.*

JE crois devoir rappeller ici quelques-unes des choses que j'ai dites dans l'introduction qui précède ces mémoires, afin que ceux qui ne les auroient pas bien présentes, puissent néanmoins entendre ce qui fait l'objet de celui-ci. Le feu ne peut guere exister sans lumiere, & jamais sans chaleur; tandis que la lumiere existe souvent sans chaleur sensible, comme la chaleur existe encore plus

souvent sans lumiere ; l'on peut donc considérer la lumiere & la chaleur comme deux propriétés du feu ou plutôt comme les deux seuls effets par lesquels nous le reconnoissons : mais nous avons montré que ces deux effets ou ces deux propriétés ne sont pas toujours essentiellement liés ensemble, que souvent ils ne sont ni simultanés ni contemporains, puisque dans de certaines circonstances on sent de la chaleur long-temps avant que la lumiere paroisse, & que dans d'autres circonstances on voit de la lumiere long-temps avant de sentir de la chaleur, & même souvent sans en sentir aucune ; & nous avons dit que pour raisonner juste sur la nature du feu, il falloit auparavant tâcher de reconnoître celle de la lumiere & celle de la chaleur, qui sont les principes réels dont l'élément du feu nous paroît être composé.

Nous avons vu que la lumiere est une matiere mobile, élastique & pesante, c'est-à-dire susceptible d'attraction comme toutes les autres matieres ; on a démontré qu'elle est mobile, & même on a déterminé le degré de sa vîtesse immense par le très petit temps qu'elle emploie à venir des satellites de Jupiter jusqu'à nous. On a reconnu son élasticité qui est presque infinie par l'égalité de l'angle de son incidence & de celui de sa réflexion ; enfin sa pesanteur, ou ce qui revient au même, son attraction vers les autres matieres, est aussi démontrée par l'inflexion qu'elle souffre toutes les fois qu'elle passe auprès des autres corps. On ne peut donc pas douter que la sustbance de la lu-

miere ne ſoit une vraie matiere, laquelle, indépendamment de ſes qualités propres & particulieres, a auſſi les propriétés générales & commune à toute autre matiere. Il en eſt de même de la chaleur, c'eſt une matiere qui ne diffère pas beaucoup de celle de la lumiere, & ce n'eſt peut-être que la lumiere elle-même qui, quand elle eſt très forte ou réunie en grande quantité, change de forme, diminue de vîteſſe, & au lieu d'agir ſur le ſens de la vue, affecte les organes du toucher. On peut donc dire que relativement à nous, la chaleur n'eſt que le toucher de la lumiere, & qu'en elle-même la chaleur n'eſt qu'un des effets du feu ſur les corps, effet qui ſe modifie ſuivant les différentes ſubſtances, & produit dans toutes une dilatation, c'eſt-à-dire, une ſéparation de leurs parties conſtituantes. Et lorſque par cette dilatation ou ſéparation, chaque partie ſe trouve aſſez éloignée de ſes voiſines pour être hors de leur ſphere d'attraction, les matieres ſolides qui n'étoient d'abord que dilatées par la chaleur, deviennent fluides, & ne peuvent reprendre leur ſolidité qu'autant que la chaleur ſe diſſipe, & permet aux parties déſunies de ſe rapprocher & de ſe joindre d'auſſi près qu'auparavant (*a*)

(*a*) Je ſais que quelques Chimiſtes prétendent que les métaux rendus fluides par le feu, ont plus de peſanteur ſpécifique que quand ils ſont ſolides ; mais j'ai de la peine à le croire, car il s'enſuivroit que leur état

Ainsi toute fluidité a la chaleur pour cause; & toute dilatation dans les corps doit être regardée comme une fluidité commençante : or nous avons trouvé par l'expérience, que les temps du progrès de la chaleur dans les corps, soit pour l'entrée, soit pour la sortie, sont toujours en raison de leur fluidité ou de leur fusibilité, & il doit s'ensuivre que leurs dilatations respectives doivent être en même raison. Je n'ai pas eu besoin de tenter de nouvelles expériences pour m'assurer de la vérité de cette conséquence générale; M. Musschenbroek en ayant fait de très exactes sur la dilatation des différens métaux, j'ai comparé ses expériences avec les miennes, & j'ai vu, comme je m'y attendois, que les corps les plus lents à recevoir & perdre la chaleur, sont aussi ceux qui se dilatent le moins promptement, & que ceux qui sont les plus prompts à s'échauffer & à se refroidir, sont ceux qui se dilatent le plus vîte : en sorte qu'à commencer par le fer qui est le moins fluide de tous les corps, & finir par le mercure qui est le plus flui-

---

de dilatation où cette pésanteur spécifique est moindre, ne seroit pas le premier degré de leur état de fusion, ce qui néanmoins paroît indubitable. L'expérience sur laquelle ils fondent leur opinion, c'est que le métal en fusion supporte le même métal solide, & qu'on le voit nager à la surface du métal fondu : mais je pense que cet effet ne vient que de la répulsion causée par la chaleur, & ne doit point être attribué à la pesanteur spécifique plus grande du métal en fusion; je suis au contraire très persuadé qu'elle est moindre que celle du métal solide.

de, la dilatation dans toutes les différentes matieres ſe fait en même raiſon que le progrès de la chaleur dans ces mêmes matieres.

Lorſque je dis que le fer eſt le plus ſolide, c'eſt-à-dire, le moins fluide de tous les corps, je n'avance rien que l'expérience ne m'ait juſqu'à préſent démontré; cependant il pourroit ſe faire que la platine, comme je l'ai remarqué ci-devant, étant encore moins fuſible que le fer, la dilatation y ſeroit moindre, & le progrès de la chaleur plus lent que dans le fer; mais je n'ai pu avoir de ce minéral qu'en grenaille, & pour faire l'expérience de la fuſibilité & la comparer à celle des autres métaux, il faudroit en avoir une maſſe d'un pouce de diamètre, trouvée dans la mine même; toute la platine que j'ai pu trouver en maſſe, a été fondue par l'addition d'autres matieres, & n'eſt pas aſſez pure pour qu'on puiſſe s'en ſervir à des expériences qu'on ne doit faire que ſur des matieres pures & ſimples, & celle que j'ai fait fondre moi-même ſans addition, étoit encore en trop petit volume pour pouvoir la comparer exactement.

Ce qui me confirme dans cette idée, que la platine pourroit être l'extrême en *non fluidité* de toutes les matieres connues, c'eſt la quantité de fer pur qu'elle contient, puiſqu'elle eſt preſque toute attirable par l'aimant; ce minéral, comme je l'ai dit, pourroit donc bien n'être qu'une matiere ferrugineuſe plus condenſée & ſpécifiquement plus peſante que le fer ordinaire, intimement unie avec une grande quantité d'or, & par conſéquent étant

moins fusible que le fer, recevoir encore plus difficilement la chaleur.

De même, lorsque je dis que le mercure est le plus fluide de tous les corps, je n'entends que les corps sur lesquels on peut faire des expériences exactes; car je n'ignore pas, puisque tout le monde le sait, que l'air ne soit encore beaucoup plus fluide que le mercure; & en cela même la loi que j'ai donnée sur le progrès de la chaleur est encore confirmée; car l'air s'échauffe & se refroidit, pour ainsi dire, en un instant, il se condense par le froid, & se dilate par la chaleur plus qu'aucun autre corps, & néanmoins le froid le plus excessif ne le condense pas assez pour lui faire perdre sa fluidité, tandis que le mercure perd la sienne à 187 degrés de froid au-dessous de la congélation de l'eau, & pourroit la perdre à à un degré de froid beaucoup moindre si on le réduisoit en vapeur. Il subsiste donc encore un peu de chaleur au-dessous de ce froid excessif de 187 degrés, & par conséquent le degré de la congélation de l'eau, que tous les constructeurs de thermométres ont regardé comme la limite de la chaleur, & comme un terme où l'on doit la supposer égale à zéro, est au contraire un degré réel de l'échelle de la chaleur, degré où non-seulement la quantité de chaleur subsistante n'est pas nulle, mais où cette quantité de chaleur est très considérable, puisque c'est à-peu-près le point milieu entre le degré de la congélation du mercure & celui de la chaleur nécessaire pour fondre le bismuth,

qui eſt de 190 degrés, lequel ne diffère guere de 187 au-deſſus du terme de la glace, que comme l'autre en diffère au-deſſous.

Je regarde donc la chaleur comme une matiere réelle qui doit avoir ſon poids comme toute autre matiere, & j'ai dit en conſéquence que pour reconnoître ſi le feu a une peſanteur ſenſible, il faudroit faire l'expérience ſur des grandes maſſes pénétrées de feu, & les peſer dans cet état, & qu'on trouveroit peut-être une différence aſſez ſenſible pour qu'on en pût conclure la peſanteur du feu ou de la chaleur qui m'en paroît être la ſubſtance la plus matérielle: la lumiere & la chaleur, ſont les deux élémens matériels du feu; ces deux élémens réunis ne ſont que le feu même, & ces deux matieres nous affectent chacune ſous leur forme propre, c'eſt-à-dire, d'une maniere différente. Or comme il n'exiſte aucune forme ſans matiere, il eſt clair que quelque ſubtile qu'on ſuppoſe la ſubſtance de la lumiere, de la chaleur ou du feu, elle eſt ſujette comme toute autre matiere à la loi générale de l'attraction univerſelle: car, comme nous l'avons dit, quoique la lumiere ſoit douée d'un reſſort preſque parfait, & que par conſéquent ſes parties tendent avec une force preſque infinie à s'éloigner des corps qui la produiſent, nous avons démontré que cette force expanſive ne détruit pas celle de la peſanteur; on le voit par l'exemple de l'air qui eſt très élaſtique, & dont les parties tendent avec force à s'éloigner les unes des autres, qui ne laiſſe pas d'être pe-

sant; ainsi la force par laquelle les parties de l'air ou du feu tendent à s'éloigner & s'éloignent en effet les unes des autres, ne fait que diminuer la masse, c'est-à-dire, la densité de ces matieres, & leur pesanteur sera toujours proportionnelle à cette densité : si donc l'on vient à bout de reconnoître la pesanteur du feu par l'expérience de la balance, on pourra peut-être quelque jour en déduire la densité de cet élément, & raisonner ensuite sur la pesanteur & l'élasticité du feu, avec autant de fondement que sur la pesanteur & l'élasticité de l'air.

J'avoue que cette expérience, qui ne peut être faite qu'en grand, paroît d'abord assez difficile, parce qu'une forte balance, & telle qu'il la faudroit pour supporter plusieurs milliers, ne pourroit être assez sensible pour indiquer une petite différence qui ne seroit que de quelques gros. Il y a ici, comme en tout, un *maximum* de précision, qui probablement ne se trouve ni dans la plus petite ni dans la plus grande balance possible. Par exemple, je crois que si dans une balance avec laquelle on peut peser une livre, l'on arrive à un point de précision d'un douzième de grain, il n'est pas sûr qu'on pût faire une balance pour peser dix milliers, qui pencheroit aussi sensiblement pour 1 once, 3 gros, 41 grains, ce qui est la différence proportionnelle de 1 à 10000, ou qu'au contraire si cette grosse balance indiquoit clairement cette différence, la petite balance n'indiqueroit pas également bien celle d'un douzième de grain; & que par conséquent nous igno-

rons quelle doit être pour un poids donné la balance la plus exacte.

Les personnes qui s'occupent de physique expérimentale, devroient faire la recherche de ce problême, dont la solution qu'on ne peut obtenir que par l'expérience, donneroit le *maximum* de précision de toutes les balances. L'un des plus grands moyens d'avancer les sciences, c'est d'en perfectionner les instrumens. Nos balances le sont assez pour peser l'air; avec un degré de perfection de plus on viendroit à bout de peser le feu & même la chaleur.

Les boulets rouges de quatre pouces & demi & de cinq pouces de diamètre, que j'avois laissé refroidir dans ma balance (*b*), avoient perdu sept, huit & dix grains chacun en se refroidissant; mais plusieurs raisons m'ont empêché de regarder cette petite diminution comme la quantité réelle du poids de la chaleur. Car, 1°. le fer, comme on l'a vu par le résultat de mes expériences, est une matiere que le feu dévore, puisqu'il la rend spécifiquement plus légère; ainsi l'on peut attribuer cette diminution de poids à l'évaporation des parties du fer enlevées par le feu. 2°. Le fer jette des étincelles en grande quantité lorsqu'il est rougi à blanc, il en jette encore quelques-unes lorsqu'il n'est que rouge, & ces étincelles sont des parties de matieres dont il

(*b*) *Voyez* les expériences du premier mémoire, tome VI.

faut défalquer le poids de celui de la diminution totale ; & comme il n'est pas possible de recueillir toutes ces étincelles, ni d'en connoître le poids, il n'est pas possible non plus de savoir combien cette perte diminue la pesanteur des boulets. 3°. Je me suis apperçu que le fer demeure rouge & jette de petites étincelles bien plus long-temps qu'on ne l'imagine ; car quoiqu'au grand jour il perde sa lumiere & paroisse noir au bout de quelques minutes, si on le transporte dans un lieu obscur, on le voit lumineux, & on apperçoit les petites étincelles qu'il continue de lancer pendant quelques autres minutes. 4°. Enfin les expériences sur les boulets me laissoient quelque scrupule, parce que la balance dont je me servois alors, quoique bonne, ne me paroissoit pas assez précise pour saisir au juste le poids réel d'une matiere aussi légére que le feu. Ayant donc fait construire une balance capable de porter aisément cinquante livres de chaque côté, à l'exécution de laquelle M. le Roy, de l'Académie des Sciences, a bien voulu, à ma priere, donner toute l'attention nécessaire, j'ai eu la satisfaction de reconnoître à-peu-prés la pesanteur relative du feu. Cette balance chargée de cinquante livres de chaque côté, penchoit assez sensiblement par l'addition de vingt-quatre grains ; & chargée de vingt-cinq livres, elle penchoit par l'addition de huit grains seulement.

Pour rendre cette balance plus ou moins sensible, M. le Roy a fait visser sur l'aiguille une masse de plomb, qui s'élevant &

s'abaissant, change le centre de gravité; de sorte qu'on peut augmenter de près de moitié la sensibilité de la balance. Mais par le grand nombre d'expériences que j'ai faites de cette balance & de quelques autres, j'ai reconnu qu'en général, plus une balance est sensible & moins elle est *sage*; les caprices, tant au physique qu'au moral, semblent être des attributs inséparables de la grande sensibilité. Les balances très sensibles sont si capricieuses, qu'elles ne parlent jamais de la même façon. Aujourd'hui elles vous indiquent le poids à un millième près, & demain elles ne le donnent qu'à une moitié, c'est-à-dire, à un cinq-centième près, au lieu d'un millième. Une balance moins sensible est plus constante, plus fidèle; & tout considéré, il vaut mieux pour l'usage froid qu'on fait d'une balance, la choisir sage, que de la prendre ou la rendre trop sensible

Pour peser exactement des masses pénétrées de feu, j'ai commencé par faire garnir de tôle les bassins de cuivre & les chaines de la balance, afin de ne les pas endommager; & après en avoir bien établi l'équilibre à son moindre degré de sensibilité, j'ai fait porter sur l'un des bassins, une masse de fer rougi à blanc, qui provenoit de la seconde chaude qu'on donne à l'affinerie après avoir battu au marteau la loupe qu'on appelle *Renard*; je fais cette remarque, parce que mon fer, dès cette seconde chaude, ne donne presque plus de flamme, & ne paroît pas se consumer comme il se consume &

brûle à la premiere chaude, & que quoiqu'il ſoit blanc de feu, il ne jette qu'un petit nombre d'étincelles avant d'être mis ſous le marteau.

I.

Une maſſe de fer rougi à blanc s'eſt trouvée peſer préciſément 49 livres 9 onces: l'ayant enlevée doucement du baſſin de la balance & poſée ſur une pièce d'autre fer, où on la laiſſoit refroidir ſans la toucher, elle s'eſt trouvée, après ſon refroidiſſement, au degré de la température de l'air, qui étoit alors celui de la congélation, ne peſer que 49 livres 7 onces juſte; ainſi elle a perdu 2 onces pendant ſon refroidiſſement: on obſervera qu'elle ne jetoit aucune étincelle, aucune vapeur aſſez ſenſible pour ne devoir pas être regardée comme la pure émanation du feu. Ainſi l'on pourroit croire que la quantité de feu contenue dans cette maſſe de 49 livres 9 onces, étant de 2 onces, elle formoit environ $\frac{1}{396}$ ou $\frac{1}{397}$ du poids de la maſſe totale. On a remis enſuite cette maſſe refroidie au feu de l'affinerie, & l'ayant fait chauffer à blanc comme la premiere fois, & porter au marteau, elle s'eſt trouvée après avoir été mallée & refroidie, ne peſer que 47 livres 12 onces 3 gros: ainſi le déchet de cette chaude, tant au feu qu'au marteau, étoit de 1 livre 10 onces 5 gros; & ayant fait donner une ſeconde & une troiſième chaude à cette pièce pour achever la barre, elle ne peſoit plus que 43 livres 7 onces 7 gros; ainſi ſon déchet total, tant par l'évaporation

poration du feu que par la purification du fer à l'affinerie & ſous le marteau, s'eſt trouvé de 6 livres 1 once 1 gros, ſur 49 livres 9 onces, ce qui ne va pas tout-à-fait au huitième.

Une ſeconde pièce de fer, priſe de même au ſortir de l'affinerie à la premiere chaude, & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 38 livres 15 onces 5 gros 36 grains, & enſuite peſée froide, de 38 livres 14 onces 36 grains; ainſi elle a perdu 1 once 5 gros en ſe refroidiſſant, ce qui fait environ $\frac{1}{384}$ du poids total de ſa maſſe.

Une troiſième pièce de fer, priſe de même au ſortir du feu de l'affinerie, après la premiere chaude, & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 45 livres 12 onces 6 gros, & peſée froide, de 45 livres 11 onces 2 gros; ainſi elle a perdu 1 once 4 gros en ſe refroidiſſant, ce qui fait environ $\frac{1}{489}$ de ſon poids total.

Une quatriéme pièce de fer, priſe de même-même après la premiere chaude & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 48 livres 11 onces 6 gros, & peſée après ſon refroidiſſement, de 48 livres 10 onces juſte; ainſi elle a perdu en ſe refroidiſſant 14 gros, ce qui fait environ $\frac{1}{447}$ du poids de ſa maſſe totale.

Enfin une cinquième pièce de fer, priſe de même après la premiere chaude & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 49 livres 11 onces, & peſée après ſon refroidiſſement de 49 livres 9 onces 1 gros; ainſi

elle a perdu en se refroidissant 15 gros, ce qui fait $\frac{1}{424}$ du poids total de sa masse.

En réunissant les résultats des cinq expériences pour en prendre la mesure commune, on peut assurer que le fer chauffé à blanc, & qui n'a reçu que deux volées de coups de marteau, perd en se refroidissant $\frac{1}{428}$ de sa masse.

II.

Une pièce de fer qui avoit reçu quatre volées de coups de marteau, & par conséquent toutes les chaudes nécessaires pour être entièrement & parfaitement forgée, & qui pesoit 14 livres 4 gros, ayant été chauffée à blanc, ne pesoit plus que 13 livres 12 onces dans cet état d'incandescence, & 13 livres 11 onces 4 gros après son entier refroidissement. D'où l'on peut conclure que la quantité de feu dont cette pièce de fer étoit pénétrée, faisoit $\frac{1}{440}$ de son poids total.

Une seconde pièce de fer entièrement forgée & de même qualité que la précédente, pesoit froide 13 livres 7 onces 6 gros, chauffée à blanc 13 livres 6 onces 7 gros, & refroidie 13 livres 6 onces 3 gros; ce qui donne $\frac{1}{450}$ à très peu près dont elle a diminué en se refroidissant.

Une troisième pièce de fer, forgée de même que les précédentes, pesoit froide 13 livres 1 gros, & chauffée au dernier degré, en sorte qu'elle étoit non-seulement blanche, mais bouillonnante & petillante de feu, s'est trouvée peser 12 livres 9 onces 7 gros

dans cet état d'incandescence; & refroidie à la température actuelle, qui étoit de 16 degrés au-dessus de la congélation, elle ne pesoit plus que 12 livres 9 onces 3 gros, ce qui donne $\frac{1}{404}$ à très peu près pour la quantité qu'elle a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences, on peut assurer que le fer parfaitement forgé & de la meilleure qualité, chauffé à blanc, perd en se refroidissant environ $\frac{1}{425}$ de sa masse.

III.

Un morceau de fer en gueuse, pesé très rouge, environ 20 minutes après sa coulée, s'est trouvé du poids de 33 livres 10 onces, & lorsqu'il a été refroidi, il ne pesoit plus que 33 livres 9 onces; ainsi il a perdu 1 once, c'est-à-dire, $\frac{1}{538}$ de son poids ou masse totale en se refroidissant.

Un second morceau de fonte pris de même très rouge, pesoit 22 livres 8 onces 3 gros, & lorsqu'il a été refroidi il ne pesoit plus que 22 livres 7 onces 5 gros, ce qui donne $\frac{1}{450}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un troisième morceau de fonte qui pesoit chaud 16 livres 6 onces 3 gros $\frac{2}{1}$, ne pesoit que 16 livres 5 onces 7 gros $\frac{1}{2}$ lorsqu'il fut refroidi, ce qui donne $\frac{1}{525}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences sur la fonte pesée chaude couleur de cerise, on peut assurer qu'elle

perd en se refroidissant environ $\frac{1}{514}$ de sa masse, ce qui fait une moindre diminution que celle du fer forgé; mais la raison en est que le fer forgé a été chauffé à blanc dans toutes nos expériences, au lieu que la fonte n'étoit que d'un rouge couleur de cerise lorsqu'on l'a pesée, & que par conséquent elle n'étoit pas pénétrée d'autant de feu que le fer: car on observera qu'on ne peut chauffer à blanc la fonte de fer sans l'enflammer & la brûler en partie; en sorte que je me suis déterminé à la faire peser seulement rouge & au moment où elle vient de prendre sa consistance dans le moule, au sortir du fourneau de fusion.

IV.

On a pris sur la dame du fourneau des morceaux du laitier le plus pur, & qui formoit du très beau verre de couleur verdâtre.

Le premier morceau pesoit chaud 6 livres 14 onces 2 gros $\frac{1}{2}$, & refroidi il ne pesoit que 6 livres 14 onces 1 gros, ce qui donne $\frac{1}{588}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un second morceau de laitier, semblable au précédent, a pesé chaud 5 livres 8 onces 6 gros $\frac{1}{4}$, & refroidi 5 livres 8 onces 5 gros, ce qui donne $\frac{1}{568}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un troisième morceau pris de même sur la dame du fourneau, mais un peu moins ardent que le précédent, a pesé chaud 4 livres 7

onces 4 gros $\frac{1}{2}$, & refroidi 4 livres 7 onces 3 gros $\frac{1}{2}$, ce qui donne $\frac{1}{572}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un quatrième morceau de laitier qui étoit de verre solide & pur, & qui pesoit froid 2 livres 14 onces 1 gros, ayant été chauffé jusqu'au rouge couleur de feu, s'est trouvé peser 2 livres 14 onces 1 gros $\frac{2}{3}$; ensuite, après son refroidissement il a pesé comme avant d'avoir été chauffé, 2 livres 14 onces un gros juste, ce qui donne $\frac{1}{553\frac{1}{2}}$ pour le poids de la quantité de feu dont il étoit pénétré.

Prenant le terme des résultats de ces quatre expériences sur le verre pesé chaud couleur de feu, on peut assurer qu'il perd en se refroidissant $\frac{1}{570}$, ce qui me paroît être le vrai poids du feu, relativement au poids total des matieres qui en sont pénétrées, car ce verre ou laitier ne se brûle ni ne se consume au feu ; il ne perd rien de son poids, & se trouve seulement peser $\frac{1}{570}$ de plus lorsqu'il est pénétré de feu.

V.

J'AI tenté plusieurs expériences semblables sur le grès, mais elles n'ont pas si bien réussi. La plupart des espèces de grès s'égrénant au feu, on ne peut les chauffer qu'à demi, & ceux qui sont assez durs & d'une assez bonne qualité pour supporter, sans s'égréner, un feu violent, se couvrent d'émail; il y a d'ail-

leurs dans presque tous des espèces de clous noirs & ferrugineux, qui brûlent dans l'opération. Le seul fait certain que j'ai pu tirer de sept expériences sur différens morceaux de grès dur, c'est qu'il ne gagne rien au feu, & qu'il n'y perd que très peu. J'avois déjà trouvé la même chose par les expériences rapportées dans le premier Mémoire.

De toutes ces expériences, je crois qu'on doit conclure :

1°. Que le feu a, comme toute autre matiere, une pesanteur réelle, dont on peut connoître le rapport à la balance dans les substances qui, comme le verre, ne peuvent être altérées par son action, & dans lesquelles il ne fait, pour ainsi dire, que passer, sans y rien laisser & sans en rien enlever.

2°. Que la quantité de feu nécessaire pour rougir une masse quelconque, & lui donner sa couleur & sa chaleur, pèse $\frac{1}{570}$, ou si l'on veut une six-centième partie de cette masse; en sorte que si elle pèse froide 600 livres, elle pèsera chaude 601 livres lorsqu'elle sera rouge couleur de feu.

3°. Que dans les matieres qui, comme le fer, sont susceptibles d'un plus grand degré de feu, & peuvent être chauffées à blanc sans se fondre, la quantité de feu dont elles sont alors pénétrées, est environ d'un sixième plus grande; en sorte que sur 500 livres de fer, il se trouve une livre de feu; nous avons même trouvé plus par les expériences précédentes, puisque leur résultat commun donne $\frac{1}{425}$; mais il faut observer que le fer,

ainsi que toutes les substances métalliques, se consume un peu en se refroidissant, & qu'il diminue toutes les fois qu'on y applique le feu : cette différence entre $\frac{1}{500}$ & $\frac{1}{425}$, provient donc de cette diminution; le fer qui perd une quantité très sensible dans le feu, continue à perdre un peu tant qu'il en est pénétré, & par conséquent sa masse totale se trouve plus diminuée que celle du verre que le feu ne peut consumer, ni brûler, ni volatiliser.

Je viens de dire qu'il en est de toutes les substances métalliques comme du fer, c'est-à-dire, que toutes perdent quelque chose par la longue ou la violente action du feu, & je puis le prouver par des expériences incontestables sur l'or & sur l'argent, qui, de tous les métaux, sont les plus fixes & les moins sujets à être altérés par le feu. J'ai exposé au foyer du miroir ardent des plaques d'argent pur, & des morceaux d'or aussi pur, je les ai vu fumer abondamment & pendant un très long temps; il n'est donc pas douteux que ces métaux ne perdent quelque chose de leur substance par l'application du feu; & j'ai été informé depuis que cette matiere, qui s'échappe de ces métaux & s'élève en fumée, n'est autre chose que le métal même volatilisé, puisqu'on peut dorer ou argenter à cette fumée métallique les corps qui la reçoivent.

Le feu, surtout appliqué long-temps, volatilise donc peu-à-peu ces métaux qu'il semble ne pouvoir ni brûler, ni détruire d'aucune autre maniere, & en les volati-

lisant il n'en change pas la nature, puisque cette fumée qui s'en échappe est encore du métal qui conserve toutes ses propriétés. Or il ne faut pas un feu bien violent pour produire cette fumée métallique ; elle paroît à un degré de chaleur au-dessous de celui qui est nécessaire pour la fusion de ces métaux ; c'est de cette même maniere que l'or & l'argent se sont sublimés dans le sein de la Terre, ils ont d'abord été fondus par la chaleur excessive du premier état du globe, où tout étoit en liquéfaction ; & ensuite la chaleur moins forte, mais constante, de l'intérieur de la terre les a volatilisés, & a poussé ces fumées métalliques jusqu'au sommet des plus hautes montagnes, où elles se sont accumulées en grains ou attachées en vapeurs aux sables & aux autres matieres dans lesquelles on les trouve aujourd'hui. Les paillettes d'or que l'eau roule avec les sables, tirent leur origine, soit des masses d'or fondues par le feu primitif, soit des surfaces dorées par cette sublimation, desquelles l'action de l'air & de l'eau les détachent & les séparent.

Mais revenons à l'objet immédiat de nos expériences ; il me paroît qu'elles ne laissent aucun doute sur la pesanteur réelle du feu, & qu'on peut assurer en conséquence de leurs résultats, que toute matiere solide pénétrée de cet élément, autant qu'elle peut l'être par l'application que nous savons en faire, est au moins d'une six-centième partie plus pesante que dans l'état de la température actuelle, & qu'il faut une livre de matiere

ignée

ignée pour donner à 600 livres de toute autre matiere l'état d'incandeſcence juſqu'au rouge couleur de feu, & environ une livre ſur 500, pour que l'incandeſcence ſoit juſqu'au blanc ou juſqu'à la fuſion ; en ſorte que le fer chauffé à blanc ou le verre en fuſion, contiennent dans cet état $\frac{1}{500}$ de matiere ignée dont leur propre ſubſtance eſt pénétrée.

Mais cette grande vérité qui paroîtra nouvelle aux Phyſiciens, & de laquelle on pourra tirer des conſéquences utiles, ne nous apprend pas encore ce qu'il ſeroit cependant le plus important de ſavoir ; je veux dire le rapport de la peſanteur du feu à la peſanteur de l'air ou de la matiere ignée à celle des autres matieres. Cette recherche ſuppoſe de nouvelles découvertes auxquelles je ne ſuis pas parvenu, & dont je n'ai donné que quelques indications dans mon Traité des Elémens. Car, quoique nous ſachions par mes expériences qu'il faut une cinq-centième partie de matiere ignée pour donner à toute autre matiere l'état de la plus forte incandeſcence, nous ne ſavons pas à quel point cette matiere ignée y eſt condenſée, comprimée, ni même accumulée, parce que nous n'avons jamais pu la ſaiſir dans un état conſtant pour la peſer ou la meſurer ; en ſorte que nous n'avons point d'unité à laquelle nous puiſſions rapporter la meſure de l'état d'incandeſcence. Tout ce que j'ai donc pu faire à la ſuite de mes expériences, c'eſt de rechercher combien il falloit conſommer de

matiere combustible pour faire entrer dans une masse de matiere solide cette quantité de matiere ignée, qui est la cinq-centième partie de la masse en incandescence, & j'ai trouvé par des essais réitérés qu'il falloit brûler 300 livres de charbon au vent de deux soufflets de dix pieds de longueur, pour chauffer à blanc une pièce de fonte de fer de 500 livres pesant. Mais comment mesurer, ni même estimer à-peu-près la quantité totale de feu produite par ces 300 livres de matiere combustible ? comment pouvoir comparer la quantité de feu qui se perd dans les airs, avec celle qui s'attache à la pièce de fer & qui pénètre dans toutes les parties de sa substance ? il faudroit pour cela bien d'autres expériences, ou plutôt il faut un art nouveau dans lequel je n'ai pu faire que les premiers pas.

V I.

J'AI fait quelques expériences pour reconnoître combien il faut de temps aux matieres qui sont en fusion pour prendre leur consistance, & passer de l'état de fluidité à celui de la solidité ; combien de temps il faut pour que la surface prenne sa consistance ; combien il en faut de plus pour produire cette même consistance à l'intérieur, & savoir par conséquent combien le centre d'un globe, dont la surface seroit consistante & même refroidie à un certain point, pourroit néanmoins être de temps dans l'état de liquéfaction : voici ces expériences.

SUR LE FER.

N°. 1. Le 29 Juillet à 5 heures 43 minutes, moment auquel la fonte de fer a cessé de couler, on a observé que la gueuse a pris de la consistance sur sa face supérieure en 3 minutes à sa tête, c'est-à-dire, à la partie la plus éloignée du fourreau, & en 5 minutes à sa queue, c'est-à-dire, à la partie la plus voisine du fourneau; l'ayant alors fait soulever du moule & casser en cinq endroits, on n'a vu aucune marque de fusibilité intérieure dans les quatre premiers morceaux; seulement dans le morceau cassé le plus près du fourreau, la matiere s'est trouvée intérieurement molle, & quelques parties se sont attachées au bout d'un petit ringard, à 5 heures 55 minutes, c'est-à-dire, 12 minutes après la fin de la coulée; on a conservé ce morceau numéroté ainsi que les suivans.

N°. 2. Le lendemain 30 Juillet, on a coulé une autre gueuse à 8 heures 1 minute, & à 8 heures 4 minutes, c'est-à-dire, 3 minutes après, la surface de sa tête étoit consolidée, & en ayant fait casser deux morceaux, il est sorti de leur intérieur une petite quantité de fonte coulante; à 8 heures 7 minutes il y avoit encore dans l'intérieur des marques évidentes de fusion; en sorte que la surface a pris consistance en 3 minutes, & l'intérieur ne l'avoit pas encore prise en 6 minutes.

N°. 3. Le 31 Juillet, la gueuse a cessé de

couler à midi 35 minutes ; ſa ſurface, dans la partie du milieu, avoit pris ſa conſiſtance à 39 minutes, c'eſt-à-dire, en 4 minutes, & l'ayant caſſée dans cet endroit à midi 44 minutes, il s'en eſt écoulé une grande quantité de fonte encore en fuſion : on avoit remarqué que la fonte de cette gueuſe étoit plus liquide que celle du numéro précédent, & on a conſervé un morceau caſſé, dans lequel l'écoulement de la matiere intérieure a laiſſé une cavité profonde de 26 pouces dans l'intérieur de la gueuſe. Ainſi, la ſurface ayant pris en 4 minutes ſa conſiſtance ſolide, l'intérieur étoit encore en grande liquéfaction après 8 minutes $\frac{1}{2}$.

N°. 4. Le 2 Août, à 4 heures 47 minutes, la gueuſe qu'on a coulée s'eſt trouvée d'une fonte très épaiſſe, auſſi ſa ſurface dans le milieu a pris ſa conſiſtance en 3 minutes ; & 1 minute $\frac{1}{2}$ après, lorſqu'on l'a caſſée, toute la fonte de l'intérieur s'eſt écoulée, & n'a laiſſé qu'un tuyau de 6 lignes d'épaiſſeur ſous la face ſupérieure, & d'un pouce environ d'épaiſſeur aux autres faces.

N°. 5. Le 3 Août, dans une gueuſe de fonte très liquide, on a caſſé trois morceaux d'environ 2 pieds $\frac{1}{2}$ de long, à commencer du côté de la tête de la gueuſe, c'eſt-à-dire, dans la partie la plus froide du moule & la plus éloignée du fourneau, & l'on a reconnu, comme il étoit naturel de s'y attendre, que la partie intérieure de la gueuſe étoit moins conſiſtante à meſure qu'on approchoit du fourneau, & que la cavité intérieure, produite par l'écoulement de la fonte encore

liquide, étoit à-peu-près en raiſon inverſe de la diſtance au fourneau. Deux cauſes évidentes concourent à produire cet effet; le moule de la gueuſe formé par les ſables, eſt d'autant plus échauffé qu'il eſt plus près du fourneau, & en ſecond lieu il reçoit d'autant plus de chaleur qu'il y paſſe une plus grande quantité de fonte. Or la totalité de la fonte qui conſtitue la gueuſe, paſſe dans la partie du moule où ſe forme ſa queue, auprès de l'ouverture de la coulée, tandis que la tête de la gueuſe n'eſt formée que de l'excédant qui a parcouru le moule entier, & s'eſt déja refroidi avant d'arriver dans cette partie la plus éloignée du fourneau, la plus froide de toutes, & qui n'eſt échauffée que par la ſeule matiere qu'elle contient. Auſſi de trois morceaux pris à la tête de cette gueuſe, la ſurface du premier, c'eſt-à-dire, du plus éloigné du fourneau, a pris ſa conſiſtance en 1 minute $\frac{1}{2}$; mais tout l'intérieur a coulé au bout de 3 minutes $\frac{1}{2}$. La ſurface du ſecond a de même pris ſa conſiſtance en 1 minute $\frac{1}{2}$, & l'intérieur couloit de même au bout de trois minutes & demie; enfin la ſurface du troiſième morceau, qui étoit le plus loin de la tête, & qui approchoit du milieu de la gueuſe, a pris ſa conſiſtance en 1 minute $\frac{3}{4}$, & l'intérieur couloit encore très abondamment au bout de 4 minutes.

Je dois obſerver que toutes ces gueuſes étoient triangulaires, & que leur face ſupérieure, qui étoit la plus grande, avoit environ 6 pouces & demi de largeur. Cette

face supérieure qui est exposée à l'action de l'air se consolide néanmois plus lentement que les deux faces qui sont dans le sillon où la matiere a coulé; l'humidité des sables qui forment cette espèce de moule, refroidit & consolide la fonte plus promptement que l'air; car, dans tous les morceaux que j'ai fait casser, les cavités formées par l'écoulement de la fonte encore liquide, étoient bien plus voisines de la face supérieure que des deux autres faces.

Ayant examiné tous ces morceaux après leur refroidissement, j'ai trouvé 1°. que les morceaux du *n°. 4* ne s'étoient consolidés que de 6 lignes d'épaisseur sous la face supérieure; 2°. que ceux du *n°. 5* se sont consolidés de 9 lignes d'épaisseur sous cette même face supérieure; 3°. que les morceaux du *n°. 2* s'étoient consolidés d'un pouce d'épaisseur sous cette même face; 4°. que les morceaux du *n°. 3* s'étoient consolidés d'un pouce & demi d'épaisseur sous la même face; & enfin que les morceaux du *n°. 1* s'étoient consolidés jusqu'à 2 pouces 3 lignes sous cette même face supérieure.

Les épaisseurs consolidées sont donc 6, 9, 12, 18, 27 lignes, & les temps employés à cette consolidation sont $1\frac{1}{2}$, 2 ou $2\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$, 7 minutes. Ce qui fait à très peu près le quart numérique des épaisseurs. Ainsi, les temps nécessaires pour consolider le métal fluide, sont précisément en même raison que celle de leur épaisseur. En sorte que si nous supposons un globe isolé de toutes parts, dont la surface aura pris sa consistance

en un temps donné, par exemple, en 3 minutes, il faudra 1 minute & demie de plus pour le consolider à 6 lignes de profondeur, 2 minutes un quart pour le consolider à 9 lignes, 3 minutes pour le consolider à 12 lignes, 4 minutes pour le consolider à 18 lignes, & 7 minutes pour le consolider à 27 ou 28 lignes de profondeur; & par conséquent 36 minutes pour le consolider à 10 pieds de profondeur, &c.

Sur le Verre.

Ayant fait couler du laitier dans des moules très voisins du fourneau, à environ 2 pieds de l'ouverture de la coulée, j'ai reconnu, par plusieurs essais, que la surface de ces morceaux de laitier prend sa consistance en moins de temps que la fonte de fer, & que l'intérieur se consolidoit aussi beaucoup plus vîte; mais je n'ai pu déterminer, comme je l'ai fait sur le fer, les temps nécessaires pour consolider l'intérieur du verre à différentes épaisseurs; je ne sais même si l'on en viendroit à bout dans un fourneau de verrerie, où l'on auroit le verre en masses fort épaisses; tout ce que je puis assurer, c'est que la consolidation du verre, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, est à-peu-près une fois plus prompte que celle de la fonte du fer. Et en même temps que le premier coup de l'air condense la surface du verre liquide, & lui donne une sorte de consistance solide, il la divise & la fèle en une infinité de petites parties, en sorte que

le verre saisi par l'air frais ne prend pas une solidité réelle, & qu'il se brise au moindre choc; au lieu qu'en le laissant recuire dans un four très chaud, il acquiert peu-à-peu la solidité que nous lui connoissons. Il paroît donc bien difficile de déterminer par l'expérience les rapports du temps qu'il faut pour consolider le verre à différentes épaisseurs au-dessous de sa surface. Je crois seulement qu'on peut, sans se tromper, prendre le même rapport pour la consolidation que celui du refroidissement du verre au refroidissement du fer, lequel rapport est de 132 à 236 par les expériences du second Mémoire (*tome II, page 225*).

VII.

Ayant déterminé, par les expériences précédentes, les temps nécessaires pour la consolidation du fer en fusion, tant à sa surface qu'aux différentes profondeurs de son intérieur, j'ai cherché à reconnoître, par des observations exactes, quelle étoit la durée de l'incandescence dans cette même matiere.

1. Un renard, c'est-à-dire, une loupe détachée de la gueuse par le feu de la chaufferie & prête à être portée sous le marteau, a été mise dans un lieu dont l'obscurité étoit égale à celle de la nuit quand le ciel est couvert; cette loupe, qui étoit fort enflammée, n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de 24 minutes; d'abord la flamme étoit blanche, ensuite rouge & bleuâtre sur la fin; elle ne paroissoit plus alors qu'à la partie

inférieure de la loupe qui touchoit la terre, & ne se montroit que par ondulations ou par reprises, comme celles d'une chandelle qui s'éteint ; ainsi, la premiere incandescence accompagnée de flamme a duré 24 minutes ; ensuite la loupe, qui étoit encore bien rouge, a perdu cette couleur peu à-peu, & a cessé de paroître rouge au bout de 74 minutes, non compris les 24 premieres, ce qui fait en tout 98 minutes ; mais il n'y avoit que les surfaces supérieures & latérales qui avoient absolument perdu leur couleur rouge, la surface inférieure qui touchoit à la terre l'étoit encore aussi-bien que l'intérieur de la loupe. Je commençai alors, c'est-à-dire au bout de 98 minutes, à laisser tomber quelques grains de poudre à tirer sur la surface supérieure, ils s'enflammerent avec explosion. On continuoit de jeter de temps en temps de la poudre sur la loupe, & ce ne fut qu'au bout de 42 minutes de plus qu'elle cessa de faire explosion ; à 43, 44 & 45 minutes la poudre se fondoit & fusoit sans explosion, en donnant seulement une petite flamme bleue. Delà je crus devoir conclure que l'incandescence à l'intérieur de la loupe n'avoit fini qu'alors, c'est-à-dire, 42 minutes après celle de la surface, & qu'en tout elle avoit duré 140 minutes.

Cette loupe étoit de figure à-peu-près ovale & aplatie sur deux faces parallèles, son grand diamètre étoit de 13 pouces, & le petit de 8 pouces ; elle avoit aussi à très peu près 8 pouces d'épaisseur par-tout, &

elle pesoit 91 liv. 4 onces après avoir été refroidie.

2. Un autre renard, mais plus petit que le premier, tout aussi blanc de flamme & pétillant de feu, au lieu d'être porté sous le marteau, a été mis dans le même lieu obscur, où il n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de 22 minutes ; ensuite il n'a perdu sa couleur rouge qu'après 43 minutes, ce qui fait 65 minutes pour la durée des deux états d'incandescence à la surface, sur laquelle ayant ensuite jeté des grains de poudre, ils n'ont cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 40 minutes, ce qui fait en tout 105 minutes pour la durée de l'incandescence, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Cette loupe étoit à-peu-près circulaire, sur 9 pouces de diamètre, & elle avoit environ 6 pouces d'épaisseur par-tout; elle s'est trouvée du poids de 54 livres après son refroidissement.

J'ai observé que la flamme & la couleur rouge suivent la même marche dans leur dégradation; elles commencent par disparoître à la surface supérieure de la loupe, tandis qu'elles durent encore aux surfaces latérales, & continuent de paroître assez long-temps autour de la surface inférieure qui, étant constamment appliquée sur la terre, se refroidit plus lentement que les autres surfaces qui sont exposées à l'air.

3. Un troisième renard tiré du feu très blanc, brûlant & pétillant d'étincelles & de

flamme, ayant été porté dans cet état ſous le marteau, n'a conſervé cette incandeſcence enflammée que 6 minutes; les coups précipités dont il a été frappé pendant ces 6 minutes, ayant comprimé la matiere, en ont en même temps réprimé la flamme qui auroit ſubſiſté plus long-temps ſans cette opération, par laquelle on en a fait une pièce de fer de 12 pouces & demi de longueur, ſur quatre pouces en quarré, qui s'eſt trouvée peſer 48 livres 4 onces après avoir été refroidie. Mais ayant mis auparavant cette pièce encore toute rouge dans le même lieu obſcur, elle n'a ceſſé de paroître rouge à ſa ſurface qu'au bout de 46 minutes, y compris les 6 premieres. Ayant enſuite fait l'épreuve avec la poudre à tirer, qui n'a ceſſé de s'enflammer avec exploſion que 26 minutes après les 46, il en réſulte que l'incandeſcence intérieure & totale a duré 72 minutes.

En comparant enſemble ces trois expériences, on peut conclure que la durée de l'incandeſcence totale eſt comme celle de la priſe de conſiſtance proportionnelle à l'épaiſſeur de la matiere; car la premiere loupe, qui avoit 8 pouces d'épaiſſeur, a conſervé ſon incandeſcence pendant 140 minutes : la ſeconde, qui avoit 6 pouces d'épaiſſeur, l'a conſervée pendant 105 minutes; & la troiſième, qui n'avoit que 4 pouces, ne l'a conſervée que pendant 72 minutes. Or, 105 : 140 : : 6 : 8, & de même 72 : 140 à-peu-près : : 4 : 8, en ſorte qu'il paroît y

avoir même rapport entre les temps qu'entre les épaisseurs.

4. Pour m'assurer encore mieux de ce fait important, j'ai cru devoir répéter l'expérience sur une loupe, prise comme la précédente, au sortir de la chaufferie. On l'a portée toute enflammée sous le marteau, la flamme a cessé au bout de 6 minutes, &, dans ce moment, on a cessé de la battre; on l'a mise tout de suite dans le même lieu obscur, le rouge n'a cessé qu'au bout de 39 minutes, ce qui donne 45 minutes pour les deux états d'incandescence à la surface; ensuite la poudre n'a cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 28 minutes, ainsi l'incandescence intérieure & totale a duré 73 minutes. Or cette pièce avoit, comme la précédente, 4 pouces juste d'épaisseur, sur deux faces en quarré, & 10 pouces $\frac{1}{4}$ de longueur; elle pesoit 39 livres 4 onces après avoir été refroidie.

Cette derniere expérience s'accorde si parfaitement avec celle qui la précède & avec les deux autres, qu'on ne peut pas douter qu'en général la durée de l'incandescence ne soit à très peu près proportionnelle à l'épaisseur de la masse, & que par conséquent ce grand degré de feu ne suive la même loi que celle de la chaleur médiocre; en sorte que, dans des globes de même matiere, la chaleur ou le feu du plus haut degré, pendant tout le temps de l'incandescence, s'y conservent & y durent précisément en raison de leur diamètre. Cette vé-

rité que je voulois acquérir & démontrer par le fait, semble nous indiquer que les causes cachées (*causæ latentes*) de Newton, desquelles j'ai parlé dans le premier de ces Mémoires, ne s'opposent que très peu à la sortie du feu, puisqu'elle se fait de la même maniere que si les corps étoient entièrement & parfaitement perméables, & que rien ne s'opposât à son issue. Cependant on seroit porté à croire que plus la même matiere est comprimée, plus elle doit retenir de temps le feu ; en sorte que la durée de l'incandescence devroit être alors en plus grande raison que celle des épaisseurs ou des diamètres. J'ai donc essayé de reconnoître cette différence par l'expérience suivante.

5. J'ai fait forger une masse cubique de fer, de 5 pouces 9 lignes de toutes faces; elle a subi trois chaudes successives, & l'ayant laissée refroidir, son poids s'est trouvé de 48 livres 9 onces. Après l'avoir pesée, on l'a mise de nouveau au feu de l'affinerie, où elle n'a été chauffée que jusqu'au rouge couleur de feu, parce qu'alors elle commençoit à donner un peu de flamme, & qu'en la laissant au feu plus long-temps le fer auroit brûlé. Delà on l'a transportée tout de suite dans le même lieu obscur, où j'ai vu qu'elle ne donnoit aucune flamme; néanmoins elle n'a cessé de paroître rouge qu'au bout de 52 minutes, & la poudre n'a cessé de s'enflammer à sa surface avec explosion que 43 minutes après ; ainsi l'incandescence totale a duré 95 minutes. On a pesé cette masse une seconde fois, après son entier refroidissement,

elle s'eſt trouvée peſer 48 livres 1 once; ainſi elle avoit perdu au feu 8 onces de ſon poids, & elle en auroit perdu davantage ſi on l'eût chauffée juſqu'au blanc.

En comparant cette expérience avec les autres, on voit que l'épaiſſeur de la maſſe étant de 5 pouces $\frac{3}{4}$, l'incandeſcence totale a duré 95 minutes dans cette pièce de fer, comprimée autant qu'il eſt poſſible, & que dans les premieres maſſes qui n'avoient point été comprimées par le marteau, l'épaiſſeur étant de 6 pouces, l'incandeſcence a duré 105 minutes, & l'épaiſſeur étant de 8 pouces, elle a duré 140 minutes. Or, 140 : 8 ou 105 : 6 : : 95 : 5 $\frac{9}{21}$, au lieu que l'expérience nous donne 5 $\frac{3}{4}$. Les cauſes cachées, dont la principale eſt la compreſſion de la matiere, & les obſtacles qui en réſultent pour l'iſſue de la chaleur, ſemblent donc produire cette différence de 5 $\frac{3}{4}$ à 5 $\frac{9}{21}$, ce qui fait $\frac{27}{84}$ ou un peu plus d'un tiers ſur $\frac{15}{3}$, c'eſt-à-dire, environ $\frac{1}{16}$ ſur le tout. En ſorte que le fer bien battu, bien *ſué*, bien comprimé, ne perd ſon incandeſcence qu'en 17 de temps, tandis que le même fer, qui n'a point été comprimé, la perd en 16 du même temps. Et ceci paroît ſe confirmer par les expériences *3* & *4*, où les maſſes de fer ayant été comprimées par une ſeule volée de coups de marteau, n'ont perdu leur incandeſcence qu'au bout de 72 & 73 minutes, au lieu de 70 qu'a duré celle des loupes non comprimées, ce qui fait 2 $\frac{1}{2}$ ſur 70 ou $\frac{5}{140}$ ou $\frac{1}{28}$ de différence produite par cette premiere compreſſion. Ainſi l'on ne doit pas être étonné

que la seconde & la troisième compression qu'a subi la masse de fer de la cinquième expérience qui a été battue par trois volées de coups de marteau, ayent produit $\frac{1}{36}$ au lieu de $\frac{1}{28}$ de différence dans la durée de l'incandescence. On peut donc assurer en général que la plus forte compression qu'on puisse donner à la matiere pénétrée de feu autant qu'elle peut l'être, ne diminue que d'une seizième partie la durée de son incandescence, & que dans la matiere qui ne reçoit point de compression extérieure, cette durée est précisément en même raison que son épaisseur.

Maintenant pour appliquer au globe de la Terre le résultat de ces expériences, nous considérerons qu'il n'a pu prendre sa forme élevée sous l'Equateur, & abaissée sous les pôles, qu'en vertu de la force centrifuge combinée avec celle de la pesanteur; que par conséquent il a dû tourner sur son axe pendant un petit temps, avant que sa surface ait pris sa consistance, & qu'ensuite la matiere intérieure s'est consolidée dans les mêmes rapports de temps indiqués par nos expériences; en sorte qu'en partant de la supposition d'un jour au moins pour le petit temps nécessaire à la prise de consistance à sa surface, & en admettant, comme nos expériences l'indiquent, un temps de 3 minutes pour en consolider la matiere intérieur à un pouce de profondeur, il se trouvera 36 minutes pour un pied, 216 minutes pour une toise, 342 jours pour une lieue, & 490086 jours, ou environ 1342 ans pour qu'un globe

de fonte de fer qui auroit, comme celui de la Terre, 1432 lieues ½ de demi-diamètre, eût pris ſa conſiſtance juſqu'au centre.

La ſuppoſition que je fais ici d'un jour de rotation, pour que le globe terreſtre ait pu s'élever régulierement ſous l'Equateur, & s'abaiſſer ſous les pôles, avant que ſa ſurface ne fût conſolidée, me paroît plutôt trop foible que trop forte; car il a peut-être fallu un grand nombre de révolutions de vingt-quatre heures chacune, ſur ſon axe, pour que la matiere fluide ſe ſoit ſolidement établie, & l'on voit bien que dans ce cas le temps néceſſaire pour la priſe de conſiſtance de la matiere au centre ſe trouvera plus grand. Pour le réduire, autant qu'il eſt poſſible, nous n'avons fait aucune attention à l'effet de la force centrifuge qui s'oppoſe à celui de la réunion des parties, c'eſt-à-dire, à la priſe de conſiſtance de la matiere en fuſion. Nous avons ſuppoſé encore dans la même vue de diminuer le temps, que l'atmoſphère de la Terre, alors toute en feu, n'étoit néanmoins pas plus chaud que celui de mon fourneau, à quelques pieds de diſtance où ſe ſont faites les expériences; & c'eſt en conſéquence de ces deux ſuppoſitions trop gratuites, que nous ne trouvons que 1342 ans pour le temps employé à la conſolidation du globe juſqu'au centre. Mais il me paroît certain que cette eſtimation du temps, eſt de beaucoup trop foible, par l'obſervation conſtante que j'ai faite ſur la priſe de conſiſtance des gueuſes à la tête & à la queue; car il faut trois fois autant de temps

&

& plus, pour que la partie de la gueuſe, qui eſt à 18 pieds du fourneau, prenne conſiſtance, c'eſt-à-dire, que ſi la ſurface de la tête de la gueuſe, qui eſt à 18 pieds du fourneau, prend conſiſtance en 1 minute ½; celle de la queue, qui n'eſt qu'à 2 pieds du fourneau, ne prend conſiſtance qu'en 4 minutes ½ ou 5 minutes; en ſorte que la chaleur plus grande de l'air contribue prodigieuſement au maintien de la fluidité : & l'on conviendra ſans peine avec moi, que dans ce premier temps de liquéfaction du globe de la Terre, la chaleur de l'atmoſphère de vapeurs qui l'environnoit, étoit plus grande que celle de l'air, à deux pieds de diſtance du feu de mon fourneau; & que par conſéquent il a fallu beaucoup plus de temps pour conſolider le globe juſqu'au centre. Or, nous avons démontré, par les expériences du premier Mémoire (*c*), qu'un globe de fer, gros comme la Terre, pénétré de feu ſeulement juſqu'au rouge, ſeroit plus de quatre-vingt-ſeize mille ſix cent ſoixante-dix ans à ſe refroidir; auxquels ajoutant deux ou trois mille ans pour le temps de ſa conſolidation juſqu'au centre, il réſulte qu'en tout, il faudroit environ cent mille ans pour refroidir au point de la température actuelle, un globe de fer gros comme la Terre, ſans compter la durée du premier état de liquéfaction, ce qui recule encore les limites du temps, qui ſemble fuir & s'étendre à meſure que nous

(*c*) *Tome VI, pag. 273.*

cherchons à le saisir ; mais tout ceci sera plus amplement discuté & déterminé plus précisément dans les Mémoires suivans.



NEUVIEME MÉMOIRE.

Expériences sur la fusion des mines de Fer.

Je ne pourrai guere mettre d'autre liaison entre ces Mémoires, ni d'autre ordre entre mes différentes expériences, que celui du temps ou plutôt de la succession de mes idées. Comme je ne me trouvois pas assez instruit dans la connoissance des minéraux, que je n'étois pas satisfait de ce qu'on en dit dans les livres, que j'avois bien de la peine à entendre ceux qui traitent de la Chymie, où je voyois d'ailleurs des principes précaires, toutes les expériences faites en petit & toujours expliquées dans l'esprit d'une même méthode ; j'ai voulu travailler par moi-même, & consultant plutôt mes desirs que ma force, j'ai commencé par faire établir, sous mes yeux, des forges & des fourneaux en grand, que je n'ai pas cessé d'exercer continuellement depuis sept ans.

Le petit nombre d'Auteurs qui ont écrit sur les mines de fer, ne donnent, pour ainsi dire, qu'une nomenclature assez inutile, & ne parlent point des différens traitemens de chacune de ces mines. Ils comprennent dans les

mines de fer, l'aimant, l'émeril, l'hémalite, &c. qui ſont en effet des minéraux ferrugineux en partie, mais qu'on ne doit pas regarder comme de vraies mines de fer, propres à être fondues & converties en ce métal; nous ne parlerons ici que de celles dont on doit faire uſage, & on peut les réduire à deux eſpèces principales.

La premiere eſt la mine en roche, c'eſt-à-dire, en maſſes dures, ſolides & compactes qu'on ne peut tirer & ſéparer qu'à force de coins, de marteaux & de maſſes, qu'on pourroit appeller *pierre de fer.* Ces mines ou roches de fer ſe trouvent en Suède, en Allemagne, dans les Alpes, dans les Pyrénees, & généralement dans la plupart des hautes montagnes de la Terre, mais en bien plus grande quantité vers le Nord que du côté du Midi. Celles de Suède ſont de couleur de fer pour la plupart, & paroiſſent être du fer preſqu'à demi préparé par le Nature : il y en a auſſi de couleur brune, rouſſe ou jaunâtre; il y en a même de toutes blanches à Alvard en Dauphiné, ainſi que d'autres couleurs; ces dernières mines ſemblent êtres compoſées comme du ſpath, & on reconnoît qu'à leur peſanteur, plus grande que celles des autres ſpaths, qu'elles contiennent une grande quantité de métal. On peut auſſi s'en aſſurer en les mettant au feu; car de quelque couleur qu'elles ſoient, blanches, griſes, jaunes, rouſſes, verdâtres, bleuâtres, violettes ou rouges, toutes deviennent noires à une légère calcination. Les mines de Suède qui, comme je l'ai dit, ſemblent être de la pierre

de fer, sont attirées par l'aimant ; il en est de même de la plupart des autres mines en roche, & généralement de toute matiere ferrugineuse qui a subi l'action du feu. Les mines de fer en grains qui ne sont point du tout magnétiques le deviennent lorsqu'on les fait griller au feu ; ainsi, les mines de fer en roche & en grandes masses étant magnétiques, doivent leur origine à l'élément du feu. Celles de Suède qui ont été les mieux observées, sont très étendues & très profondes ; les filons sont perpendiculaires, toujours épais de plusieurs pieds, quelquefois de quelques toises ; on les travaille comme on travailleroit de la pierre très-dure dans une carriere. On y trouve souvent de l'asbeste, ce qui prouve encore que ces mines ont été formées par le feu.

Les mines de la seconde espèce, ont au contraire été formées par l'eau, tant du détriment des premieres, que de toutes les particules de fer que les végétaux & les animaux rendent à la Terre par la décomposition de leur substance ; ces mines formées par l'eau, sont le plus ordinairement en grains arrondis, plus ou moins gros, mais dont aucun n'est attirable par l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu, ou plutôt celle de l'air par le moyen du feu ; car, ayant fait griller plusieurs de ces mines dans des vaisseaux ouverts, elles sont toutes devenues trés attirables à l'aimant ; au lieu que dans les vaisseaux clos, quoique chauffées à un grand feu & pendant plus de temps, elles n'avoient point du tout acquis la vertu magnétique.

On pourroit ajouter à ces mines en grains, formées par l'eau, une ſeconde eſpèce de mine ſouvent plus pure, mais bien plus rare, qui ſe forme également par le moyen de l'eau, ce ſont les mines de fer criſtalliſées. Mais, comme je n'ai pas été à portée de traiter par moi-même les mines de fer en roche, produites par le feu, non plus que les mines de fer criſtalliſées par l'eau, je ne parlerai que de la fuſion des mines en grains; d'autant que ces dernieres mines ſont celles qu'on exploite le plus communément dans nos forges de France.

La premiere choſe que j'ai trouvée, & qui me paroît-être une découverte utile, c'eſt qu'avec une mine qui donnoit le plus mauvais fer de la province de Bourgogne, j'ai fait du fer auſſi ductile, auſſi nerveux, auſſi ferme que les fers du Berri, qui ſont réputés les meilleurs de France. Voici comment j'y ſuis parvenu; le chemin que j'ai tenu eſt bien plus long, mais perſonne, avant moi, n'ayant frayé la route, on ne ſera pas étonné que j'aie fait du circuit.

J'ai pris le dernier jour d'un fondage, c'eſt-à-dire, le jour où l'on alloit faire ceſſer le feu d'un fourneau à fondre la mine de fer, qui duroit depuis plus de quatre mois. Ce fourneau d'environ 20 pieds de hauteur & de 5 pieds & demi de largeur à ſa cuve, étoit bien échauffé, & n'avoit été chargé que de cette mine qui avoit la fauſſe réputation de ne pouvoir donner que des fontes très blanches, très caſſantes, & par conſéquent du fer à très gros grain, ſans nerf & ſans ductilité. Com-

me j'étois dans l'idée que la trop grande violence du feu ne peut qu'aigrir le fer, j'employai ma méthode ordinaire, & que j'ai suivie constamment dans toutes mes recherches sur la Nature, qui consiste à voir les extrêmes avant de considérer les milieux : je fis donc, non pas ralentir, mais enlever les soufflets, & ayant fait en même temps découvrir le toît de la hale, je substituai aux soufflets un ventilateur simple, qui n'étoit qu'un cône creux, de 24 pieds de longueur, sur 4 pieds de diamètre au gros bout, & 3 pouces seulement à sa pointe, sur laquelle on adapta une buse de fer, & qu'on plaça dans le trou de la tuyere ; en même temps on continuoit à charger de charbon & de mine, comme si l'on eût voulu continuer à couler ; les charges descendoient bien plus lentement, parce que le feu n'étoit plus animé par le vent des soufflets ; il l'étoit seulement par un courant d'air que le ventilateur tiroit d'en haut, & qui étant plus frais & plus dense que celui du voisinage de la tuyere, arrivoit avec assez de vîtesse pour produire un murmure constant dans l'intérieur du fourneau. Lorsque j'eus fait charger environ deux milliers de charbon, & quatre milliers de mine, je fis discontinuer pour ne pas trop embarasser le fourneau ; & le ventilateur étant toujours à la tuyere, je laissai baisser les charbons & la mine sans remplir le vide qu'ils laissoient au-dessus. Au bout de quinze ou seize heures, il se forma des petites loupes, dont on tira quelques-unes par le trou de la tuyere, & quelques autres par l'ouverture de la

coulée; le feu dura quatre jours de plus, avant que le charbon ne fût entiérement consumé, &, dans cet intervalle de temps, on tira des loupes plus grosses que les premieres; &, après les quatre jours, on en trouva de plus grosses encore en vidant le fourneau.

Après avoir examiné ces loupes, qui me parurent être d'une très bonne étoffe, & dont la plupart portoient à leur circonférence un grain fin, & tout semblable à celui de l'acier, je les fis mettre au feu de l'affinerie & porter sous le marteau; elles en soutinrent le coup sans se diviser, sans s'éparpiller en éteincelles, sans donner une grande flamme, sans laisser couler beaucoup de laitier, choses qui toutes arrivent lorsqu'on forge du mauvais fer. On les forgea à la maniere ordinaire; les barres qui en provenoient n'étoient pas toutes de la même qualité; les unes étoient de fer, les autres d'acier; & le plus grand nombre de fer par un bout ou par un côté, & d'acier par l'autre. J'en ai fait faire des poinçons & des ciseaux par des ouvriers qui trouverent cet acier aussi bon que celui d'Allemagne. Les barres qui n'étoient que de fer étoient si fermes, qu'il fut impossible de les rompre avec la masse, & qu'il fallut employer le ciseau d'acier pour les entamer profondément des deux côtés avant de pouvoir les rompre; ce fer étoit tout nerf, & ne pouvoit se séparer qu'en se déchirant par le plus grand effort. En le comparant au fer que donne cette même mine fondue en gueuses à la maniere ordinaire, on ne pouvoit

ſe perſuader qu'il provenoit de la même mine, dont on n'avoit jamais tiré que du fer à gros grain, ſans nerf & très caſſant.

La quantité de mine que j'avois employée dans cette expérience, auroit dû produire au moins 1200 livres de fonte, c'eſt-à-dire, environ 800 livres de fer, ſi elle eût été fondue par la méthode ordinaire, & je n'avois obtenu que 280 livres, tant d'acier que de fer, de toutes les loupes que j'avois réunies; & en ſuppoſant un déchet de moitié du mauvais fer au bon, & de trois quarts du mauvais fer à l'acier, je voyois que ce produit ne pouvoit équivaloir qu'à 500 livres de mauvais fer, & que par conſéquent il y avoit eu plus du quart de mes quatre milliers de mine qui s'étoit conſumé en pure perte, & en même temps près du tiers du charbon brûlé ſans produit.

Ces expériences étant donc exceſſivement cheres, & voulant néanmoins les ſuivre, je pris le parti de faire conſtruire deux fourneaux plus petits, tous deux cependant de 14 pieds de hauteur, mais dont la capacité intérieure du ſecond étoit d'un tiers plus petite que celle du premier. Il falloit, pour charger & remplir en entier mon grand fourneau de fuſion, cent trente-cinq corbeilles de charbon de 40 livres chacune, c'eſt-à-dire, 5400 livres de charbon; au lieu que, dans mes petits fourneaux, il ne falloit que 900 livres de charbon pour remplir le premier, & 600 livres pour remplir le ſecond, ce qui diminuoit conſidérablement les trop grands frais de ces expériences. Je fis adoſ-

ſer ces fourneaux l'un à l'autre, afin qu'ils puſſent profiter de leur chaleur mutuelle ; ils étoient ſéparés par un mur de trois pieds, & environnés d'un autre mur de 4 pieds d'épaiſſeur, le tout bâti en bon moëllon & de la même pierre calcaire dont on ſe ſert dans le pays pour faire les étalages des grands fourneaux. La forme de la cavité de ces petits fourneaux étoit pyramidale ſur une baſe quarrée, s'élevant d'abord perpendiculairement à 3 pieds de hauteur, & enſuite s'inclinant en dedans ſur le reſte de leur élévation, qui étoit de 11 pieds ; de ſorte que l'ouverture ſupérieure ſe trouvoit réduite à 14 pouces au plus grand fourneau, & 11 pouces au plus petit. Je ne laiſſai dans le bas qu'une ſeule ouverture à chacun de mes fourneaux, elle étoit ſurbaiſſée en forme de voûte ou de lunette, dont le ſommet ne s'élevoit qu'à 2 pieds $\frac{1}{2}$ dans la partie intérieure, & à 4 pieds en dehors ; je faiſois remplir cette ouverture par un petit mur de briques, dans lequel on laiſſoit un trou de quelques pouces en bas pour écouler le laitier, & un autre trou à 1 pied $\frac{1}{2}$ de hauteur pour pomper l'air ; je ne donne point ici la figure de ces fourneaux, parce qu'ils n'ont pas aſſez bien réuſſi pour que je prétende les donner pour modèles, & que d'ailleurs j'y ai fait & j'y fais encore des changemens eſſentiels, à meſure que l'expérience m'apprend quelque choſe de nouveau. D'ailleurs ce que je viens de dire ſuffit pour en donner une idée, & auſſi pour l'intelligence de ce qui ſuit.

Ces fourneaux étoient placés de maniere que leur face antérieure dans laquelle étoient les ouvertures en lunette, se trouvoit parallèle au courant d'eau qui fait mouvoir les roues des soufflets de mon grand fourneau & de mes affineries; en sorte que le grand entonnoir ou ventilateur dont j'ai parlé, pouvoit être posé de maniere qu'il recevoit sans cesse un air frais par le mouvement des roues; il portoit cet air au fourneau auquel il aboutissoit par sa pointe, qui étoit une buse ou tuyau de fer de forme conique, & d'un pouce & demi de diamètre à son extrémité. Je fis faire en même temps deux tuyaux d'aspiration, l'un de 10 pieds de longueur sur 14 pouces de largeur pour le plus grand de mes petits fourneaux, & l'autre de 7 pieds de longueur & de 11 pouces de côté pour le plus petit. Je fis ces tuyaux d'aspiration quarrés, parce que les ouvertures du dessus des fourneaux étoient quarrées, & que c'étoit sur ces ouvertures qu'il falloit les poser; &, quoique ces tuyaux fussent faits d'une tôle assez légere, sur un chassis de fer mince, ils ne laissoient pas d'être pesans, & même embarrassans par leur volume, sur-tout quand ils étoient fort échauffés; quatre hommes avoient assez de peine pour les déplacer & les replacer, ce qui cependant étoit nécessaire toutes les fois qu'il falloit charger les fourneaux.

J'y ai fait dix-sept expériences, dont chacune duroit ordinairement deux ou trois jours & deux ou trois nuits. Je n'en donnerai pas le détail, non-seulement parce qu'il seroit

fort ennuyeux, mais même aſſez inutile, attendu que je n'ai pu parvenir à une méthode fixe, tant pour conduire le feu que pour le forcer à donner toujours le même produit. Je dois donc me borner aux ſimples réſultats de ces expériences qui m'ont démontré pluſieurs vérités que je crois très utiles.

La premiere, c'eſt qu'on peut faire de l'acier de la meilleure qualité ſans employer du fer comme on le fait communément, mais ſeulement en faiſant fondre la mine à un feu long & gradué. De mes dix-ſept expériences, il y en a eu ſix où j'ai eu de l'acier bon & médiocre, ſept où je n'ai eu que du fer, tantôt très bon & tantôt mauvais, & quatre où j'ai eu une petite quantité de fonte & du fer environné d'excellent acier. On ne manquera pas de me dire : donnez-nous donc au moins le détail de celles qui vous ont produit du bon acier. Ma réponſe eſt auſſi ſimple que vraie, c'eſt qu'en ſuivant les mêmes procédés auſſi exactement qu'il m'étoit poſſible, en chargeant de la même façon, mettant la même quantité de mine & de charbon, ôtant & mettant le ventilateur & les tuyaux d'aſpiration pendant un temps égal, je n'en ai pas moins eu des réſultats tout différens. La ſeconde expérience me donna de l'acier par les mêmes procédes de la premiere qui ne m'avoit produit que du fer d'une qualité aſſez médiocre ; la troiſième, par les mêmes procédés, m'a donné de très bon fer ; & quand après cela j'ai voulu varier la ſuite des procédés, & changer

quelque chose à mes fourneaux, le produit en a peut-être moins varié par ces grands changemens, qu'il n'avoit fait par le seul caprice du feu, dont les effets & la conduite sont si difficiles à suivre, qu'on ne peut les saisir ni même les deviner qu'après une infinité d'épreuves & de tentatives qui ne sont pas toujours heureuses. Je dois donc me borner à dire ce que j'ai fait, sans anticiper sur ce que des Artistes plus habiles pourront faire; car il est certain qu'on parviendra à une méthode sûre de tirer de l'acier de toute mine de fer sans la faire couler en gueuses, & sans convertir la fonte en fer.

C'est ici la seconde vérité, aussi utile que la premiere. J'ai employé trois différentes sortes de mines dans ces expériences; j'ai cherché, avant de les employer, le moyen d'en bien connoître la nature. Ces trois espèces de mines étoient à la vérité toutes les trois en grains plus ou moins fins; je n'étois pas à portée d'en avoir d'autres, c'est-à-dire, des mines en roche en assez grande quantité pour faire mes expériences; mais je suis bien convaincu, après avoir fait les épreuves de mes trois différentes mines en grain, & qui toutes trois m'ont donné de l'acier sans fusion précédente, que les mines en roches & toutes les mines de fer en général, pourroient donner également de l'acier en les traitant comme j'ai traité les mines en grain. Dès-lors il faut donc bannir de nos idées le préjugé si anciennement, si universellement reçu, que *la qualité du fer*

dépend de celle de la mine. Rien n'eſt plus mal fondé que cette opinion, c'eſt au contraire uniquement de la conduite du feu & de la manipulation de la mine que dépend la bonne ou la mauvaiſe qualité de la fonte du fer & de l'acier. Il faut encore bannir un autre préjugé, c'eſt qu'*on ne peut avoir de l'acier qu'en le tirant du fer.* Tandis qu'il eſt très poſſible au contraire d'en tirer immédiatement de toutes ſortes de mines. On rejettera donc en conſéquence les idées de M. Yonge, & de quelques autres Chymiſtes qui ont imaginé qu'il y avoit des mines qui avoient la qualité particuliere de pouvoir donner de l'acier, à l'excluſion de toutes les autres.

Une troiſième vérité que j'ai recueillie de mes expériences, c'eſt que toutes nos mines de fer en grain, telles que celles de Bourgogne, de Champagne, de Franche-Comté, de Lorraine, du Nivernois, de l'Angoumois, &c. c'eſt-à-dire, preſque toutes les mines dont on fait nos fers en France, ne contiennent point de ſoufre comme les mines en roche de Suède ou d'Allemagne; & que par conſéquent elles n'ont pas beſoin d'être grillées ni traitées de la même maniere : le préjugé du ſoufre contenu en grande quantité dans les mines de fer, nous eſt venu des Métallurgiſtes du nord, qui, ne connoiſſant que leurs mines en roche qu'on tire de la terre à de grandes profondeurs, comme nous tirons des pierres d'une carriere, ont imaginé que toutes les mines de fer étoient de la même nature, & contenoient comme elles une grande quantité de ſoufre. Et comme les

expériences sur les mines de fer sont très difficiles à faire, nos Chymistes s'en sont rapportés aux Métallurgistes du nord, & ont écrit, comme eux, qu'il y avoit beaucoup de soufre dans nos mines de fer; tandis que toutes les mines en grain que je viens de citer, n'en contiennent point du tout, ou si peu qu'on n'en sent pas l'odeur de quelque façon qu'on les brûle. Les mines en roche ou en pierre, dont j'ai fait venir des échantillons de Suède & d'Allemagne, répandent au contraire une forte odeur de soufre lorsqu'on les fait griller, & en contiennent réellement une très grande quantité, dont il faut les dépouiller avant de les mettre au fourneau pour les fondre.

Et de-là suit une quatrième vérité tout aussi intéressante que les autres, c'est que nos mines en grain valent mieux que ces mines en roche tant vantées, & que si nous ne faisons pas du fer aussi bon ou meilleur que celui de Suède, c'est purement notre faute & point du tout celle de nos mines, qui toutes nous donneroient des fers de la premiere qualité, si nous les traitions avec le même soin que prennent les Etrangers pour arriver à ce but. Il nous est même plus aisé de l'atteindre, nos mines ne demandant pas à beaucoup près autant de travaux que les leurs. Voyez dans Swedenborg le détail de ces travaux : la seule extraction de la plupart de ces mines en roche qu'il faut aller arracher du sein de la Terre, à trois ou quatre cents pieds de profondeur, casser à coups de marteaux, de masses & de le-

viers, enlever ensuite par des machines jusqu'à la hauteur de terre, doit coûter beaucoup plus que le tirage de nos mines en grains, qui se fait, pour ainsi dire, à fleur de terrein, & sans autre instrument que la pioche & la pelle. Ce premier avantage n'est pas encore le plus grand, car il faut reprendre ces quartiers, ces morceaux de pierres de fer, les porter sous les maillets d'un boccard pour les concasser, les broyer & les réduire au même état de division où nos mines en grains se trouvent naturellement; & comme cette mine concassée contient une grande quantité de soufre, elle ne produiroit que de très mauvais fer si on ne prenoit pas la précaution de lui enlever la plus grande partie de ce soufre surabondant avant de la jeter au fourneau. On la répand à cet effet sur des bûchers d'une vaste étendue où elle se grille pendant quelques semaines; cette consommation très considérable de bois, jointe à la difficulté de l'extraction de la mine, rendroit la chose impraticable en France, à cause de la cherté des bois. Nos mines heureusement n'ont pas besoin d'être grillées, & il suffit de les laver pour les séparer de la terre avec laquelle elles sont mêlées; la plupart se trouvent à quelques pieds de profondeur; l'exploitation de nos mines se fait donc à beaucoup moins de frais, & cependant nous ne profitons pas de tous ces avantages, ou du moins nous n'en avons pas profité jusqu'ici, puisque les Etrangers nous apportent leurs fers qui leur coûtent tant de peines, & que nous les achetons de

préférence aux nôtres, sur la réputation qu'ils ont d'être de meilleure qualité.

Ceci tient à une cinquième vérité qui est plus morale que physique; c'est qu'il est plus aisé, plus sûr & plus profitable de faire, surtout en ce genre, de la mauvaise marchandise que de la bonne. Il est bien plus commode de suivre la routine qu'on trouve établie dans les forges, que de chercher à en perfectionner l'art. Pourquoi vouloir faire du bon fer, disent la plupart des maîtres de forges? on ne le vendra pas une pistole au-dessus du fer commun, & il nous reviendra peut-être à trois ou quatre de plus, sans compter les risques & les frais des expériences & des essais qui ne réussissent pas tous à beaucoup près? Malheureusement cela n'est que trop vrai, nous ne profiterons jamais de l'avantage naturel de nos mines, ni même de notre intelligence, qui vaut bien celle des Etrangers, tant que le Gouvernement ne donnera pas à cet objet plus d'attention, tant qu'on ne favorisera pas le petit nombre de manufactures où l'on fait du bon fer, & qu'on permettra l'entrée des fers étrangers: il me semble que l'on peut démontrer avec la derniere évidence le tort que cela fait aux Arts & à l'Etat; mais je m'écarterois trop de mon sujet si j'entrois ici dans cette discussion.

Tout ce que je puis assurer comme une sixième vérité, c'est qu'avec toutes sortes de mines on peut toujours obtenir du fer de même qualité: j'ai fait brûler & fondre successivement dans mon plus grand four-

neau, qui a 23 pieds de hauteur, ſept eſpèces de mines différentes, tirées à deux, trois & quatre lieues de diſtance les unes des autres, dans des terreins tous différens, les unes en grains plus gros que des pois, les autres en grains gros comme des chevrotines, plomb à lièvre, & les autres plus menues que le plus petit plomb à tirer; & de ces ſept différentes eſpèces de mine dont j'ai fait fondre plusieurs centaines de milliers, j'ai toujours eu le même fer; ce fer eſt bien connu, non-ſeulement dans la province de Bourgogne où ſont ſituées mes forges, mais même à Paris où s'en fait le principal débit, & il eſt regardé comme de très bonne qualité. On ſeroit donc fondé à croire que j'ai toujours employé la même mine, qui toujours traitée de la même façon, m'auroit conſtamment donné le même produit; tandis que, dans le vrai, j'ai uſé de toutes les mines que j'ai pu découvrir, & que ce n'eſt qu'en vertu des précautions & des ſoins que j'ai pris de les traiter différemment que je ſuis parvenu à en tirer un réſultat ſemblable & un produit de même qualité. Voici les obſervations & les expériences que j'ai faites à ce ſujet; elles ſeront utiles & même néceſſaires à tous ceux qui voudront connoître la qualité des mines qu'ils employent.

Nos mines de fer en grain ne ſe trouvent jamais pures dans le ſein de la Terre, toutes ſont mêlangées d'une certaine quantité de terre qui peut ſe délayer dans l'eau, & d'un ſable plus ou moins fin qui, dans de

certaines mines, est de nature calcaire, dans d'autres de nature vitrifiable, & quelquefois mêlé de l'une & de l'autre; je n'ai pas vu qu'il y eût aucun autre mélange dans les sept espèces de mines que j'ai traitées & fondues avec un égal succès. Pour reconnoître la quantité de terre qui doit se délayer dans l'eau, & que l'on peut espérer de séparer de la mine au lavage, il faut en peser une petite quantité dans l'état même où elle sort de la Terre, la faire ensuite sécher, & mettre en compte le poids de l'eau qui se sera dissipée par le desséchement. On mettra cette terre séchée dans un vase que l'on remplira d'eau, & on la remuera; dès que l'eau sera jaune ou bourbeuse on la versera dans un autre vase plat pour en faire évaporer l'eau par le moyen du feu; après l'évaporation, on mettra à part le résidu terreux. On réitérera cette même manipulation jusqu'à ce que la mine ne colore plus l'eau qu'on verse dessus, ce qui n'arrive jamais qu'après un grand nombre de lotions. Alors on réunit ensemble tous ces résidus terreux, & on les pèse pour reconnoître leur quantité relative à celle de la mine.

Cette premiere partie du mêlange de la mine étant connue & son poids constaté*, il restera les grains de mine & les sables que l'eau n'a pu délayer : si ces sables sont calcaires, il faudra les faire dissoudre à l'eau-forte, & on en reconnoîtra la quantité en les faisant précipiter après les avoir dissous, on les pèsera, & dès-lors on saura au juste combien la mine contient de terre, de sable

calcaire & de fer en grains. Par exemple, la mine dont je me suis servi pour la premiere expérience de ce mémoire, contenoit par once un gros & demi de terre délayée par l'eau, un gros 55 grains de sable dissous par l'eau-forte, trois gros 66 grains de mine de fer, & il y a eu 59 grains de perdus dans les lotions & dissolutions. C'est M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, qui a bien voulu faire cette expérience, à ma priere, & qui l'a faite avec toute l'exactitude qu'il apporte à tous les sujets qu'il traite.

Après cette épreuve, il faut examiner attentivement la mine dont on vient de séparer la terre & le sable calcaire, & tâcher de reconnoître à la seule inspection, s'il ne se trouve pas encore parmi les grains de fer, des particules d'autre matiere que l'eau-forte n'auroit pu dissoudre, & qui par conséquent ne seroient pas calcaires. Dans celle dont je viens de parler, il n'y en avoit point du tout, & dès-lors j'étois assuré que sur une quantité de 576 livres de cette mine, il y avoit 282 parties de mine de fer, 127 de matiere calcaire, & le reste de terre qui peut se délayer à l'eau. Cette connoissance une fois acquise, il sera aisé d'en tirer les procédés qu'il faut suivre pour faire fondre la mine avec avantage & avec certitude d'en obtenir du bon fer, comme nous le dirons dans la suite.

Dans les six autres espèces de mine que j'ai employées, il s'en est trouvé quatre dont le sable n'étoit point dissoluble à l'eau-forte, & dont par conséquent la nature n'é-

toit pas calcaire, mais vitrifiable; & les deux autres qui étoient à plus gros grains de fer que les cinq premieres, contenoient des graviers calcaires en assez petite quantité, & des petits caillous arrondis qui étoient de la nature de la calcédoine, & qui ressembloient par la forme aux chrysalides des fourmis : les ouvriers employés à l'extraction & au lavage de mes mines, les appelloient *œufs de fourmis*. Chacune de ces mines exige une suite de procédés différens pour les fondre avec avantage & pour en tirer du fer de même qualité.

Ces procédés, quoiqu'assez simples, ne laissent pas d'exiger une grande attention; comme il s'agit de travailler sur des milliers de quintaux de mine, on est forcé de chercher tous les moyens, & de prendre toutes les voies qui peuvent aller à l'économie; j'ai acquis sur cela de l'expérience à mes dépens, & je ne ferai pas mention des méthodes qui, quoique plus précises & meilleures que celles dont je vais parler, seroient trop dispendieuses pour pouvoir être mises en pratique. Comme je n'ai pas eu d'autre but dans mon travail que celui de l'utilité publique, j'ai tâché de réduire ces procédés à quelque chose d'assez simple pour pouvoir être entendu & exécuté par tous les maîtres de forge qui voudroient faire du bon fer; mais néanmoins en les prévenant d'avance, que ce bon fer leur coûtera plus que le fer commun qu'ils ont coutume de fabriquer, par la même raison que le pain blanc coûte plus que le pain bis; car il ne s'agit de mê-

me que de cribler, tirer & séparer le bon grain de toutes les matieres hétérogènes dont il se trouve mêlangé.

Je parlerai ailleurs de la recherche & de la découverte des mines, mais je suppose ici les mines toutes trouvées & tirées; je suppose aussi que, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, on connoisse la nature des sables qui y sont mêlangés; la premiere opération qu'il faut faire, c'est de les transporter aux lavoirs, qui doivent être d'une construction différente selon les différentes mines; celles qui sont en grains plus gros que les sables qu'elles contiennent, doivent être lavées dans des lavoirs foncés de fer & percés de petits trous comme ceux qu'a proposé M. Robert (*c*), & qui sont très bien imaginés; car ils servent en même temps de lavoirs & de cribles; l'eau emmène avec elle toute la terre qu'elle peut délayer, & les sablons plus menus que les grains de la mine passent en même temps par les petits trous dont le fond du lavoir est percé; & dans le cas où les sablons sont aussi gros, mais moins durs que le grain de la mine, le rable de fer les écrase & ils tombent avec l'eau au-dessous du lavoir; la mine reste nette & assez pure pour qu'on la puisse fondre avec économie. Mais ces mines, dont les grains sont plus gros & plus durs que ceux des sables ou petits cailloux

(*c*) Méthode pour laver les mines de fer, in-12. *Paris* 1757.

qui y ſont mêlangés, ſont aſſez rares. Des ſept eſpèces de mines que j'ai eu occaſion de traiter, il ne s'en eſt trouvé qu'une qui fût dans le cas d'être lavée à ce lavoir, que j'ai fait exécuter & qui a bien réuſſi; cette mine eſt celle qui ne contenoit que du ſable calcaire, qui communément eſt moins dur que le grain de la mine. J'ai néanmoins obſervé que les rables de fer en frottant contre le fond du lavoir qui eſt auſſi de fer, ne laiſſoient pas d'écraſer une aſſez grande quantité de grains de mine, qui dès-lors paſſoient avec le ſable & tomboient en pure perte ſous le lavoir, & je crois cette perte inévitable dans les lavoirs foncés de fer. D'ailleurs la quantité de caſtine que M. Robert étoit obligé de mêler à ſes mines, & qu'il dit être d'un tiers de la mine (*d*), prouve qu'il reſtoit encore, après le lavage, une portion conſidérable de ſablon vitrifiable, ou de terre vitreſcible, dans ſes mines ainſi lavées; car il n'auroit eu beſoin que d'un ſixième ou même d'un huitième de caſtine ſi les mines euſſent été plus épurées, c'eſt-à-dire, plus dépouillées de la terre graſſe ou du ſable vitrifiable qu'elles contenoient.

Au reſte, il n'étoit pas poſſible de ſe ſervir de ce même lavoir pour les autres ſix eſpèces de mines que j'ai eu à traiter; de

---

(*d*) Méthode pour laver les mines de fer, pages 12 & 13.

ces ſix, il y en avoit quatre qui ſe ſont trouvées mêlées d'un ſablon vitreſcible auſſi dur & même plus dur, & en même temps plus gros ou auſſi gros que les grains de la mine. Pour épurer ces quatre eſpèces de mine, je me ſuis ſervi de lavoirs ordinaires & foncés de bois plein, avec un courant d'eau plus rapide qu'à l'ordinaire; on les paſſoit neuf fois de ſuite à l'eau, & à meſure que le courant vif de l'eau emportoit la terre & le ſablon le plus léger & le plus petit, on faiſoit paſſer la mine dans des cribles de fil-de-fer aſſez ſerrés, pour retenir tous les petits cailloux plus gros que les grains de la mine. En lavant ainſi neuf fois & criblant trois fois, on parvenoit à ne laiſſer dans ces mines qu'environ un cinquième ou un ſixième de ces petits cailloux ou ſablons vitreſcibles, & c'étoient ceux qui, étant de la même groſſeur que les grains de la mine, étoient auſſi de la même peſanteur, en ſorte qu'on ne pouvoit les ſéparer ni par le lavoir ni par le crible. Après cette premiere préparation, qui eſt tout ce qu'on peut faire par le moyen du lavoir & des cribles à l'eau, la mine étoit aſſez nette pour pouvoir être miſe au fourneau; & comme elle étoit encore mêlangée d'un cinquième ou d'un ſixième de matieres vitreſcibles, on pouvoit la fondre avec un quart de caſtine ou matiere calcaire, & en obtenir de très bon fer en ménageant les charges, c'eſt-à-dire, en mettant moins de mine que l'on n'en met ordinairement: mais comme alors on ne fond pas à profit, parce qu'on uſe une

grande quantité de charbon, il faut encore tâcher d'épurer sa mine, avant de la jeter au fourneau. On ne pourra guere en venir à bout qu'en la faisant vanner & cribler à l'air, comme l'on vanne & crible le blé. J'ai séparé par ces moyens encore plus d'une moitié des matieres hétérogènes qui restoient dans mes mines; &, quoique cette derniere opération soit longue & même assez difficile à exécuter en grand, j'ai reconnu, par l'épargne du charbon, qu'elle étoit profitable; il en coûtoit vingt sous pour vanner & cribler quinze cents pesant de mine, mais on épargnoit au fourneau trente-cinq sous de charbon pour la fondre: je crois donc que, quand cette pratique sera connue, on ne manquera pas de l'adopter. La seule difficulté qu'on y trouvera, c'est de faire sécher assez les mines pour les faire passer aux cribles & les vanner avantageusement. Il y a très peu de matieres qui retiennent l'humidité aussi long-temps que les mines de fer en grain (*e*). Une seule pluie les rend humides

(*e*) Pour reconnoître la quantité d'humidité qui réside dans la mine de fer, j'ai fait sécher &, pour ainsi dire, griller dans un four très chaud, trois cents livres de celle qui avoit été la mieux lavée, & qui s'étoit déjà séchée à l'air; & ayant pesé cette mine au sortir du four, elle ne pesoit plus que deux cent cinquante-deux livres; ainsi la quantité de la matiere humide ou volatile que la chaleur lui enlève, est à très peu près d'un sixieme de son poids total, & je suis persuadé que si on la grilloit à un feu plus violent, elle perdroit encore plus.

pour

pour plus d'un mois ; il faut donc des hangards couverts pour les déposer, il faut les étendre par petites couches de trois ou quatre pouces d'épaisseur, les remuer, les exposer au soleil, en un mot, les sécher autant qu'il est possible ; sans cela, le van ni le crible ne peuvent faire leur effet. Ce n'est qu'en été qu'on peut y travailler ; & quand il s'agit de faire passer au crible quinze ou dix-huit cents milliers de mine que l'on brûle au fourneau dans cinq ou six mois, on sent bien que le temps doit toujours manquer, & il manque en effet ; car je n'ai pu, par chaque été, faire traiter ainsi qu'environ cinq ou six cents milliers : cependant en augmentant l'espace des hangards, & en doublant les machines & les hommes, on en viendroit à bout ; & l'économie qu'on trouveroit par la moindre consommation de charbon dédommageroit & au-delà de tous ces frais.

On doit traiter de même les mines qui sont mélangées de graviers calcaires & de petits cailloux ou de sable vitrescible ; en séparer le plus que l'on pourra de cette seconde matiere à laquelle la premiere sert de fondant, & que, par cette raison il n'est pas nécessaire d'ôter, à moins qu'elle ne fût en trop grande quantité ; j'en ai travaillé deux de cette espèce, elles sont plus fusibles que les autres, parce qu'elles contiennent une bonne quantité de castine, & qu'il ne leur en faut ajouter que peu ou même point du tout, dans le cas où il n'y auroit que peu ou point de matieres vitrescibles.

Lorsque les mines de fer ne contiennent point de matieres vitrescibles, & ne sont mêlangées que de matieres calcaires, il faut tâcher de reconnoître la proportion du fer & de la matiere calcaire, en séparant les grains de mine un à un sur une petite quantité, ou en dissolvant à l'eau-forte les parties calcaires, comme je l'ai dit ci-devant. Lorsqu'on se sera assuré de cette proportion, on saura tout ce qui est nécessaire pour fondre ces mines avec succès; par exemple, la mine qui a servi à la premiere expérience, & qui contenoit un gros 55 grains de sable calcaire, sur 3 gros 66 grains de fer en grain, & dont il s'étoit perdu 59 grains dans les lotions & la dissolution, étoit par conséquent mêlangée d'environ un tiers de castine ou de matiere calcaire, sur deux tiers de fer en grains. Cette mine porte donc naturellement sa castine, & on ne peut que gâter la fonte si on ajoute encore de la matiere calcaire pour la fondre. Il faut au contraire y mêler des matieres vitrescibles, & choisir celles qui se fondent le plus aisément; en mettant un quinzième ou même un seizième de terre vitrescible, qu'on appelle *aubuë*, j'ai fondu cette mine avec un grand succès, & elle m'a donné d'excellent fer, tandis qu'en la fondant avec une addition de castine, comme c'étoit l'usage dans le pays avant moi, elle ne produisoit qu'une mauvaise fonte qui cassoit par son propre poids sur les rouleaux en la conduisant à l'affinerie. Ainsi, toutes les fois qu'une mine de fer se trouve naturellement surchargée d'une gran-

de quantité de matieres calcaires, il faut, au lieu de caſtine, employer de l'aubuë pour la fondre avec avantage. On doit préférer cette terre aubuë à toutes les autres matieres vitreſcibles, parce qu'elle fond plus aiſément que le caillou, le ſable criſtallin, & les autres matieres du genre vitrifiable, qui pourroient faire le même effet, mais qui exigeroient plus de charbon pour ſe fondre. D'ailleurs cette terre aubuë ſe trouve preſque par-tout, & eſt la terre la plus commune dans nos campagnes. En ſe fondant, elle ſaiſit les ſablons calcaires, les pénètre, les ramollit, & les fait couler avec elle plus promptement que ne pourroit faire le petit caillou ou le ſable vitreſcible, auxquels il faut beaucoup plus de feu pour les fondre.

On eſt dans l'erreur lorſqu'on croit que la mine de fer ne peut ſe fondre ſans caſtine. On peut la fondre, non-ſeulement ſans caſtine, mais même ſans aubuë & ſans aucun autre fondant lorſqu'elle eſt nette & pure; mais il eſt vrai qu'alors il ſe brûle une quantité aſſez conſidérable de mine qui tombe en mauvais laitier & qui diminue le produit de la fonte; il s'agit donc pour fondre le plus avantageuſement qu'il eſt poſſible, de trouver d'abord quel eſt le fondant qui convient à la mine, & enſuite dans quelle proportion il faut lui doner ce fondant pour qu'elle ſe convertiſſe entièrement en fonte de fer, & qu'elle ne brûle pas avant d'entrer en fuſion. Si la mine eſt mêlée d'un tiers ou d'un quart de matieres vitreſcibles, & qu'il ne s'y trouve aucune matiere calcaire, alors un

F 2

demi-tiers ou un demi-quart de matieres calcaires suffira pour la fondre; & si au contraire elle se trouve naturellement mêlangée d'un tiers ou d'un quart de sable ou de graviers calcaires, un quinzième ou un dix-huitième d'aubuë suffira pour la faire couler & la préserver de l'action trop subite du feu qui ne manqueroit pas de la brûler en partie. On pèche presque par-tout par l'excès de castine qu'on met dans les fourneaux; il y a même des maîtres de cet art assez peu instruits, pour mettre de la castine & de l'aubuë tout ensemble ou séparément, suivant qu'ils imaginent que leur mine est trop froide ou trop chaude, tandis que dans le réel toutes les mines de fer, du moins toutes les mines en grains, sont également fusibles, & ne diffèrent les unes des autres que par les matieres dont elles sont mêlangées, & point du tout par leurs qualités intrinsèques qui sont absolument les mêmes, & qui m'ont démontré que le fer, comme tout autre métal, est un dans la Nature.

On reconnoîtra par les laitiers si la proportion de la castine ou de l'aubuë que l'on jette au fourneau pèche par excès ou par défaut; lorsque les laitiers sont trop légers, spongieux & blancs, presque semblables à la pierre ponce, c'est une preuve certaine qu'il y a trop de matiere calcaire; en diminuant la quantité de cette matiere, on verra le laitier prendre plus de solidité, & former un verre ordinairement de couleur verdâtre qui file, s'étend & coule lentement

au sortir du fourneau. Si au contraire le laitier est trop visqueux, s'il ne coule que très difficilement, s'il faut l'arracher du sommet de la dame, on peut être sûr qu'il n'y a pas assez de castine, ou peut-être pas assez de charbon proportionnellement à la mine; la consistance & même la couleur du laitier, sont les indices les plus sûrs du bon ou du mauvais état du fourneau, & de la bonne ou mauvaise proportion des matieres qu'on y jette; il faut que le laitier coule seul & forme un ruisseau lent sur la pente qui s'étend du sommet de la dame au terrein; il faut que sa couleur ne soit pas d'un rouge trop vif ou trop foncé, mais d'un rouge pâle & blanchâtre, & lorsqu'il est refroidi on doit trouver un verre solide, transparent & verdâtre, aussi pesant & même plus que le verre ordinaire. Rien ne prouve mieux le mauvais travail du fourneau ou la disproportion des mêlanges que les laitiers trop légers, trop pesans, trop obscurs; & ceux dans lesquels on remarque plusieurs petits trous ronds, gros comme les grains de mine, ne sont pas des laitiers proprement dits, mais de la mine brûlée qui ne s'est pas fondue.

Il y a encore plusieurs attentions nécessaires, & quelques précautions à prendre pour fondre les mines de fer avec la plus grande économie. Je suis parvenu, après un grand nombre d'essais réitérés, à ne consommer qu'une livre sept onces & demie, ou tout au plus une livre huit onces de charbon, pour une livre de fonte; car avec

deux mille huit cent quatre-vingt livres de charbon, lorsque mon fourneau est pleinement aminé, j'obtiens constamment des gueuses de dix-huit cent soixante-quinze, dix-neuf cents & dix-neuf cent cinquante livres, & je crois que c'est le plus haut point d'économie auquel on puisse arriver ; car M. Robert, qui, de tous les maîtres de cet art, est peut-être celui qui, par le moyen de son lavoir, a le plus épuré ses mines, consommoit néanmoins une livre dix onces de charbon pour chaque livre de fonte, & je doute que la qualité de ses fontes fût aussi parfaite que celle des miennes ; mais cela dépend, comme je viens de le dire, d'un grand nombre d'observations & de précautions dont je vais indiquer les principales.

1°. La cheminée du fourneau, depuis la cuve jusqu'au gueulard, doit être circulaire & non pas à huit pans, comme étoit le fourneau de M. Robert, ou quarrée comme le font les cheminées de la plupart des fourneaux en France ; il est bien aisé de sentir que dans un quarré la chaleur se perd dans les angles sans réagir sur la mine, & que par conséquent on brûle plus de charbon pour en fondre la même quantité.

2°. L'ouverture du gueulard ne doit être que de la moitié du diamètre de la largeur de la cuve du fourneau ; j'ai fait des fondages avec de très grands & de très petits gueulards ; par exemple, de 3 pieds $\frac{1}{2}$ de diamètre, la cuve n'ayant que 5 pieds de diamètre, ce qui est à-peu-près la proportion des fourneaux de Suède ; & j'ai vu que chaque livre de fonte,

consommoit près de deux livres de charbon. Ensuite ayant rétréci la cheminée du fourneau, & laissant toujours à la cuve un diamètre de 5 pieds, j'ai réduit le gueulard à 2 pieds de diamètre, & dans ce fondage j'ai consommé une livre treize onces de charbon pour chaque livre de fonte. La proportion qui m'a le mieux réussi & à laquelle je me suis tenu, est celle de 2 pieds $\frac{1}{2}$ de diamètre au gueulard, sur 5 pieds à la cuve, la cheminée formant un cône droit, portant sur des gueuses circulaires depuis la cuve au gueulard, le tout construit avec des briques capables de résister au plus grand feu. Je donnerai ailleurs la composition de ces briques, & les détails de la construction du fourneau, qui est toute différente de ce qui s'est pratiqué jusqu'ici, surtout pour la partie qu'on appelle *l'ouvrage dans le fourneau.*

3°. La maniere de charger le fourneau ne laisse pas d'influer beaucoup plus qu'on ne croit sur le produit de la fusion ; au lieu de charger, comme c'est l'usage, toujours du côté de la rustine, & de laisser couler la mine en pente, de maniere que ce côté de rustine est constamment plus chargé que les autres, il faut la placer au milieu du gueulard, l'élever en cône obtus, & ne jamais interrompre le cours de la flamme qui doit toujours envelopper le tas de mine tout autour, & donner constamment le même degré de feu ; par exemple, je fais charger communément six paniers de charbon de quarante livres chacun, sur huit mesures de mines de cinquante-cinq livres chacune, & je fais couler à douze

charges ; j'obtiens communément dix-neuf cent vingt-cinq livres de fonte de la meilleure qualité ; on commence, comme partout ailleurs, à mettre le charbon, j'obſerve ſeulement de ne me ſervir au fourneau que de charbon de bois de chêne, & je laiſſe pour les affineries le charbon de bois plus doux. On jette d'abord cinq paniers de ce gros charbon de bois de chêne ; & le dernier panier qu'on impoſe ſur les cinq autres, doit être d'un charbon plus menu que l'on entaſſe & briſe avec un rable, pour qu'il rempliſſe exactement les vuides que laiſſent entr'eux les gros charbons ; cette précaution eſt néceſſaire pour que la mine, dont les grains ſont très menus, ne perce pas trop vîte, & n'arrive pas trop tôt au bas du fourneau ; c'eſt auſſi par la même raiſon, qu'avant d'impoſer la mine ſur ce dernier charbon, qui doit être non pas à fleur du gueulard, mais à deux pouces au-deſſous, il faut, ſuivant la nature de la mine, répandre une portion de la caſtine ou de l'aubuë, néceſſaire à la fuſion, ſur la ſurface du charbon ; cette couche de matiere ſoutient la mine & l'empêche de percer. Enſuite on impoſe au milieu de l'ouverture une meſure de mine qui doit être mouillée, non pas aſſez pour tenir à la main, mais aſſez pour que les grains ayent entr'eux quelque adhérence, & faſſent quelques petites pelottes ; ſur cette premiere meſure de mine, on en met une ſeconde & on relève le tout en cône, de maniere que la flamme l'enveloppe en entier, & s'il y a quelques points dans cette circonférence

circonférence où la flamme ne perce pas, on enfonce un petit ringard pour lui donner jour, afin d'en entretenir l'égalité tout autour de la mine. Quelques minutes après, lorſque le cône de mine eſt affaiſſé de moitié ou des deux tiers, on impoſe de la même façon une 3me & une 4me meſure qu'on relève de même, & ainſi de ſuite juqu'à la huitième meſure. On emploie quinze ou vingt minutes à charger ſucceſſivement la mine; cette maniere eſt meilleure & bien plus profitable que la façon ordinaire qui eſt en uſage, par laquelle on ſe preſſe de jeter, & toujours du même côté, la mine tout enſemble en moins de trois ou quatre minutes.

4°. La conduite du vent contribue beaucoup à l'augmentation du produit de la mine & de l'épargne du charbon; il faut dans le commencement du fondage donner le moins de vent qu'il eſt poſſible, c'eſt-à-dire, à-peu-près ſix coups de ſoufflets par minute, & augmenter peu-à-peu le mouvement pendant les quinze premiers jours, au bout deſquels on peut aller juſqu'à onze & même juſqu'à douze coups de ſoufflets par minute; mais il faut encore que la grandeur des ſoufflets ſoit proportionnée à la capacité du fourneau, & que l'orifice de la tuyere ſoit placé d'un tiers plus près de la ruſtine que la timpe, afin que le vent ne ſe porte pas trop du côté de l'ouverture qui donne paſſage au laitier. Les buſes des ſoufflets doivent être poſées à ſix ou ſept pouces en dedans de la tuyere, & le milieu du creuſet doit ſe trouver à-plomb du centre du gueulard; de cette

maniere le vent circule à-peu-près également dans toute la cavité du fourneau, & la mine descend, pour ainsi dire, à-plomb, & ne s'attache que très rarement & en petite quantité aux parois du fourneau ; dès lors il s'en brûle très peu, & l'on évite les embarras qui se forment souvent par cette mine attachée, & les bouillonnemens qui arrivent dans le creuset lorsqu'elle vient à se détacher & y tomber en masse ; mais je renvoie les détails de la construction & de la conduite des fourneaux à un autre Mémoire, parce que ce sujet exige une très longue discussion. Je pense que j'en ai dit assez pour que les maîtres de forges puissent m'entendre & changer ou perfectionner leurs méthodes d'après la mienne. J'ajouterai seulement que par les moyens que je viens d'indiquer, & en ne pressant pas le feu, en ne cherchant point à accélérer les coulées, en n'augmentant de mine qu'avec précaution, en se tenant toujours au-dessous de la quantité qu'on pourroit charger, on sera sûr d'avoir de très bonne fonte grise, dont on tirera d'excellent fer, & qui sera toujours de même qualité de quelque mine qu'il provienne ; je puis l'assurer de toutes les mines en grain, puisque j'ai sur cela l'expérience la plus constante & les faits les plus réitérés. Mes fers, depuis cinq ans, n'ont jamais varié pour la qualité, & néanmoins j'ai employé sept espèces de mine différentes ; mais je n'ai garde d'assurer de même que les mines de fer en roche donneroient comme celles en grain du fer de même qualité ; car celles qui contiennent du cuivre, ne

peuvent guere produire que du fer aigre & caſſant, de quelque maniere qu'on voulût les traiter, parce qu'il eſt comme impoſſible de les purger de ce métal, dont le moindre mêlange gâte beaucoup la qualité du fer ; celles qui contiennent des pyrites & beaucoup de ſoufre, demanderoient à être traitées dans des petits fourneaux preſque ouverts, ou à la maniere des forges des Pyrénées ; mais commme toutes les mines en grains, du moins toutes celles que j'ai eu occaſion d'examiner, (& j'en ai vu beaucoup, m'en étant procuré d'un grand nombre d'endroits) ne contiennent ni cuivre ni ſoufre, on ſera certain d'avoir du très bon fer & de la même qualité en ſuivant les procédés que je viens d'indiquer. Et comme ces mines en grains ſont, pour ainſi dire, les ſeules que l'on exploite en France, & qu'à l'exception des provinces du Dauphiné, de Bretagne, du Rouſſillon, du pays de Foix, &c. où l'on ſe ſert de mine en roche, preſque toutes nos autres provinces n'ont que des mines en grains ; les procédés que je viens de donner pour le traitement de ces mines en grains, ſeront plus généralement utiles au royaume, que les manieres particulieres de traiter les mines en roche, dont d'ailleurs on peut s'inſtruire dans Swedenborg, & dans quelques autres Auteurs.

Ces procédés, que tous les gens qui connoiſſent les forges peuvent entendre aiſément, ſe réduiſent à ſéparer d'abord autant qu'il ſera poſſible toutes les matieres étrangeres qui ſe trouvent mêlées avec la mine ;

si l'on pouvoit en avoir le grain pur & sans aucun mêlange, tous les fers, dans tout pays, seroient exactement de la même qualité; je me suis assuré par un grand nombre d'essais que toutes les mines en grains, ou plutôt que tous les grains des différentes mines sont à très peu près de la même substance. Le fer est un dans la Nature, comme l'or & tous les autres métaux; &, dans les mines en grains, les différences qu'on y trouve ne viennent pas de la matiere qui compose le grain, mais de celles qui se trouvent mêlées avec les grains, & que l'on n'en sépare pas avant de les faire fondre. La seule différence que j'aye observée entre les grains des différentes mines que j'ai fait trier un à un pour faire mes essais, c'est que les plus petits sont ceux qui ont la plus grande pesanteur spécifique, & par conséquent ceux qui, sous le même volume, contiennent le plus de fer; il y a communément une petite cavité au centre de chaque grain; plus ils sont gros, plus ce vide est grand; il n'augmente pas comme le volume seulement, mais en bien plus grande proportion; en sorte que les plus gros grains sont à-peu-près comme les géodes ou pierres d'aigle, qui sont elles-mêmes des gros grains de mine de fer, dont la cavité intérieure est très grande. Ainsi les mines en grains très menus sont ordinairement les plus riches; j'en ai tiré jusqu'à 49 & 50 par cent de fer en gueuse, & je suis persuadé que si je les avois épurées en entier, j'aurois obtenu plus de soixante par cent; car il y restoit environ

un cinquième de ſable vitreſcible auſſi gros & à-peu-près auſſi peſant que le grain, & que je n'avois pu ſéparer; ce cinquième déduit ſur cent, reſte quatre-vingt, dont ayant tiré cinquante, on auroit par conſéquent obtenu ſoixante-deux & demi. On demandera peut-être comment je pouvois m'aſſurer qu'il ne reſtoit qu'un cinquième de matieres hétérogènes dans la mine, & comment il faut faire en général pour reconnoître cette quantité : cela n'eſt point du tout difficile; il ſuffit de peſer exactement une demi-livre de la mine, la livrer enſuite à une petite perſonne attentive, once par once, & lui en faire trier tous les grains un à un; ils ſont toujours très reconnoiſſables par leur luiſant métallique; & lorſqu'on les a tous triés, on pèſe les grains d'un côté & les ſablons de l'autre pour reconnoître la proportion de leurs quantités.

Les Métallurgiſtes qui ont parlé des mines de fer en roche, diſent qu'il y en a quelques-unes de ſi riches, qu'elles donnent 70 & même 75 & davantage de fer en gueuſe par cent: cela ſemble prouver que ces mines en roche ſont en effet plus abondantes en fer que les mines en grain. Cependant j'ai quelque peine à le croire; & ayant conſulté les Mémoires de feu M. Jars, qui a fait en Suède des obſervations exactes ſur les mines, j'ai vu que, ſelon lui, les plus riches ne donnent que cinquante pour cent de fonte en gueuſe. J'ai fait venir des échantillons de pluſieurs mines de Suède, de celles des Pyrénées & de celles d'Alvard en Dauphiné,

que M. le Comte de Baral a bien voulu me procurer, en m'envoyant la note ci-jointe (*f*), & les ayant comparées à la balance hydroſtatique avec nos mines en grains, elles ſe ſont à la vérité trouvées plus peſantes; mais cette épreuve n'eſt pas concluante, à cauſe de la cavité qui ſe trouve dans chaque grain de nos mines, dont on ne peut pas eſtimer au juſte, ni même à-peu-près le rapport avec le volume total du grain. Et l'épreuve chymique que M. Sage a faite, à ma priere, d'un morceau de mine de fer cubique, ſemblable à celui de Sibérie, que mes tireurs de mine ont trouvé dans le ter-

---

(*f*) » La terre d'Alvard eſt compoſée du bourg d'Alvard & de cinq paroiſſes dans leſquelles il peut y avoir près de ſix milles perſonnes toutes occupées, ſoit à l'exploitation des mines, ſoit à convertir les bois en charbon, & aux travaux des fourneaux, forges & martinets: la hauteur des montagnes eſt pleine de rameaux de mines de fer, & elles y ſont ſi abondantes qu'elles fourniſſent des mines à toute la province de Dauphiné. Les qualités en ſont ſi ſines & ſi pures, qu'elles ont toujours été abſolument néceſſaires pour la Fabrique royale de canons de Saint-Gervais, d'où l'on vient les chercher à grands frais; ces mines ſont toutes répandues dans le cœur des roches où elles forment des rameaux, & dans leſquelles elles ſe renouvellent par une végétation continuelle.

» Le fourneau eſt ſitué dans le centre des bois & des mines; c'eſt l'eau qui ſouffle le feu, & les courans d'eau ſont immenſes. Il n'y a par conſéquent aucun ſoufflet, mais l'eau tombe dans des arbres creuſés dans de grand tonneaux, y attire une quantité d'air immenſe qui va par un conduit ſouffler le fourneau, l'eau plus peſante s'enfuit par d'autres conduits «.

ritoire de Montbard, ſemble confirmer mon opinion, M. Sage n'en ayant tiré que cinquante pour cent (*g*); cette mine eſt toute différente de nos mines en grains, le fer y étant contenu en maſſes de figure cubique, au lieu que tous nos grains ſont toujours plus ou moins arrondis, & que quand ils forment une maſſe, ils ne ſont, pour ainſi dire, qu'aglutinés par un ciment terreux facile à diviſer; au lieu que dans cette mine cubique, ainſi que dans toutes les autres vraies mines en roche, le fer eſt intimement uni avec les autres matieres qui compoſent leur maſſe. J'aurois bien deſiré faire l'épreuve en grand de cette mine cubique, mais on

(*g*) Cette mine eſt brune, fait feu avec le briquet, & eſt minéraliſée par l'acide marin : on remarque dans ſa fracture des petits points brillans de pyrites martiales; dans les fentes, on trouve des cubes de fer de deux lignes de diamètre, dont les ſurfaces ſont ſtriées, les ſtries ſont oppoſées ſuivant les faces : ce caractere ſe remarque dans les mines de fer de Sibérie, cette mine eſt abſolument ſemblable à celle de ce pays, par la couleur, la configuration des criſtaux & les minéraliſations; elle en diffère en ce qu'elle ne contient point d'or.

Par la diſtillation au fourneau de réverbere, j'ai retiré de ſix cents grains de cette mine, vingt gouttes d'eau inſipide & très claire; j'avois enduit d'huile de tartre par défaillance, le récipient que j'avois adapté à la cornue; la diſtillation finie, je l'ai trouvé obſcurci par des criſtaux cubiques de ſel fébrifuge de *Sylvius*.

Le réſidu de la diſtillation étoit d'un rouge-pourpre, & avoit diminué de dix livres par quintal.

J'ai retiré de cette mine cinquante-deux livres de fer par quintal, il étoit très ductile.

n'en a trouvé que quelques petits morceaux disperſés çà & là dans les fouilles des autres mines, & il m'a été impoſſible d'en raſſembler aſſez pour en faire l'eſſai dans mes fourneaux.

Les eſſais en grand des différentes mines de fer ſont plus difficiles & demandent plus d'attention qu'on ne l'imagineroit. Lorſqu'on veut fondre une nouvelle mine, & en comparer au juſte le produit avec celui des mines dont on uſoit précédemment, il faut prendre le temps où le fourneau eſt en plein exercice, & s'il conſomme dix meſures de mine par charge, ne lui en donner que ſept ou huit de la nouvelle mine; il m'eſt arrivé d'avoir fort embarraſſé mon fourneau faute d'avoir pris cette précaution, parce qu'une mine dont on n'a point encore uſé, peut exiger plus de charbon qu'une autre, ou plus ou moins de vent, plus ou moins de caſtine; & pour ne rien riſquer il faut commencer par une moindre quantité, & charger ainſi juſqu'à la premiere coulée. Le produit de cette premiere coulée eſt une fonte mêlangée environ par moitié de la mine ancienne & de la nouvelle; & ce n'eſt qu'à la ſeconde, & quelquefois même à la troiſième coulée que l'on a ſans mêlange la fonte produite par la nouvelle mine; ſi la fuſion s'en fait avec ſuccès, c'eſt-à-dire, ſans embarraſſer le fourneau, & ſi les charges deſcendent promptement, on augmentera la quantité de mine par demi-meſure, non pas de charge en charge, mais ſeulement de coulées en coulées, juſqu'à ce qu'on parvienne

au point d'en mettre la plus grande quantité qu'on puisse employer sans gâter sa fonte. C'est ici le point essentiel, & auquel tous les gens de cet art manquent par raison d'intérêt : comme ils ne cherchent qu'à faire la plus grande quantité de fonte, sans trop se soucier de la qualité, qu'ils payent même leur fondeur au millier, & qu'ils en sont d'autant plus contens que cet ouvrier coule plus de fonte toutes les vingt-quatre heures, ils ont coutume de faire charger le fourneau d'autant de mine qu'il peut en supporter sans s'obstruer ; & par ce moyen au lieu de quatre cent milliers de bonne fonte qu'ils feroient en quatre mois, ils en font dans ce même espace de temps cinq ou six cent milliers. Cette fonte, toujours très cassante & très blanche, ne peut produire que du fer très médiocre ou mauvais ; mais comme le débit en est plus assuré que celui du bon fer qu'on ne peut pas donner au même prix, & qu'il y a beaucoup plus à gagner, cette mauvaise pratique s'est introduite dans presque toutes les forges, & rien n'est plus rare que les fourneaux où l'on fait de bonnes fontes. On verra dans le Mémoire suivant, où je rapporte les expériences que j'ai faites au sujet des canons de la marine, combien les bonnes fontes sont rares, puisque celle même dont on se sert pour les canons n'est pas à beaucoup près d'une aussi bonne qualité qu'on pourroit & qu'on devroit la faire.

Il en coûte à-peu-près un quart de plus pour faire de la bonne fonte que pour en

faire de la mauvaiſe ; ce quart, que dans la plupart de nos provinces on peut évaluer à dix francs par millier, produit une différence de quinze francs ſur chaque millier de fer ; & ce bénéfice qu'on ne fait qu'en trompant le public, c'eſt-à-dire, en lui donnant de la mauvaiſe marchandiſe, au lieu de lui en fournir de la bonne, ſe trouve encore augmenté de près du double par la facilité avec laquelle ces mauvaiſes fontes coulent à l'affinerie ; elles demandent beaucoup moins de charbon, & encore moins de travail pour être converties en fer : de ſorte qu'entre la fabrication du bon fer & du mauvais fer, il ſe trouve néceſſairement, & tout au moins, une différence de vingt-cinq francs. Et néanmoins dans le commerce, tel qu'il eſt aujourd'hui & depuis pluſieurs années, on ne peut eſpérer de vendre le bon fer que dix francs tout au plus au-deſſus du mauvais ; il n'y a donc que les gens qui veulent bien, pour l'honneur de leur manufacture, perdre quinze francs par millier de fer, c'eſt-à-dire, environ deux mille écus par an, qui faſſent le bon fer. Perdre, c'eſt-à-dire, gagner moins ; car avec de l'intelligence, & en ſe donnant beaucoup de peine, on peut encore trouver quelque bénéfice en faiſant du bon fer ; mais ce bénéfice eſt ſi médiore, en comparaiſon du gain qu'on fait ſur le fer commun, qu'on doit ête étonné qu'il y ait encore quelques manufactures qui donnent du bon fer. En attendant qu'on réforme cet abus, ſuivons toujours notre objet ; ſi l'on n'écoute pas ma voix aujourd'hui, quelque jour on y obéira

en consultant mes écrits, & l'on sera fâché d'avoir attendu si long-temps à faire un bien qu'on pourroit faire dès demain, en proscrivant l'entrée des fers étrangers dans le royaume, ou en diminuant les droits de la marque des fers.

Si l'on veut donc avoir, je ne dis pas de la fonte parfaite & telle qu'il la faudroit pour les canons de la marine, mais seulement de la fonte assez bonne pour faire du fer liant, moitié nerf & moitié grain, du fer, en un mot, aussi bon & meilleur que les fers étrangers ; on y parviendra très aisément par les procédés que je viens d'indiquer. On a vu dans le quatrième Mémoire, où j'ai traité de la ténacité du fer, combien il y a de différence pour la force & pour la durée entre le bon & le mauvais fer; mais je me borne dans celui-ci à ce qui a rapport à la fusion des mines & à leur produit en fonte : pour m'assurer de leur qualité & reconnoître en même temps si elle ne varie pas, mes gardes-fourneaux ne manquent jamais de faire un petit enfoncement horizontal d'environ trois pouces de profondeur à l'extrémité antérieure du moule de la gueuse; on casse le petit morceau lorsqu'on la sort du moule, & on l'enveloppe d'un morceau de papier portant le même numéro que celui de la gueuse ; j'ai de chacun de mes fondages deux ou trois cents de ces morceaux numérotés, par lesquels je connois non-seulement le grain & la couleur de mes fontes, mais aussi la différence de leur pesanteur spécifique, & par-là je suis en état de prononcer

d'avance ſur la qualité du fer que chaque gueuſe produira ; car quoique la mine ſoit la même & qu'on ſuive les mêmes procédés au fourneau, le changement de la température de l'air, le hauſſement ou le baiſſement des eaux, le jeu des ſoufflets plus ou moins ſoutenu, les retardemens cauſés par les glaces ou par quelque accident aux roues, aux harnois ou à la tuyere, & au creuſet du fourneau, rendent la fonte aſſez différente d'elle-même, pour qu'on ſoit forcé d'en faire un choix ſi l'on veut avoir du fer toujours de même qualité. En général, il faut pour qu'il ſoit de cette bonne qualité, que la couleur de la fonte ſoit d'un gris un peu brun, que le grain en ſoit preſque auſſi fin que celui de l'acier commun, que le poids ſpécifique ſoit d'environ 504 ou 505 livres par pied cube, & qu'en même temps elle ſoit d'une ſi grande réſiſtance qu'on ne puiſſe caſſer les gueuſes avec la maſſe.

Tout le monde ſait que quand on commence un fondage, on ne met d'abord qu'une petite quantité de mine, un ſixième, un cinquième, & tout au plus un quart de la quantité qu'on mettra dans la ſuite, & qu'on augmente peu-à-peu cette premiere quantité pendant les premiers jours, parce qu'il en faut au moins quinze pour que le fond du fourneau ſoit échauffé ; on donne auſſi aſſez peu de vent dans ces commencemens, pour ne pas détruire le creuſet & les étalages du fourneau en leur faiſant ſubir une chaleur trop vive & trop ſubite ; il ne faut pas compter ſur la qualité des fontes que l'on

tire pendant ces premiers quinze ou vingt jours; comme le fourneau n'eſt pas encore réglé, le produit en varie ſuivant les différentes circonſtances; mais lorſque le fourneau a acquis le degré de chaleur ſuffiſant, il faut bien examiner la fonte & s'en tenir à la quantité de mine qui donne la meilleure; une meſure ſur dix ſuffit ſouvent pour en changer la qualité; ainſi l'on doit toujours ſe tenir au-deſſous de ce que l'on pourroit fondre avec la même quantité de charbon qui ne doit jamais varier ſi l'on conduit bien ſon fourneau. Mais je réſerve les détails de cette conduite du fourneau, & tout ce qui regarde ſa forme & ſa conſtruction pour l'article où je traiterai du fer en particulier dans l'hiſtoire des minéraux, & je me bornerai ici aux choſes les plus générales & les plus eſſentielles de la fuſion des mines.

Le fer étant, comme je l'ai dit, toujours de même nature dans toutes les mines en grains, on ſera donc sûr, en les nettoyant & en les traitant comme je viens de le dire, d'avoir toujours de la fonte d'une bonne & même qualité; on le reconnoîtra non-ſeulement à la couleur, à la fineſſe du grain, à la peſanteur ſpécifique, mais encore à la ténacité de la matiere; la mauvaiſe fonte eſt très caſſante, & ſi l'on veut en faire des plaques minces & des côtés de cheminées, le ſeul coup de l'air les fait fendre au moment que ces pièces commencent à ſe refroidir, au lieu que la bonne fonte ne caſſe jamais, quelque mince qu'elle ſoit. On peut même reconnoître au ſon la bonne ou la

mauvaiſe qualité de la fonte ; celle qui ſonne le mieux eſt toujours la plus mauvaiſe ; & lorſqu'on veut en faire des cloches, il faut pour qu'elles réſiſtent à la percuſſion du battant, leur donner plus d'épaiſſeur qu'aux cloches de bronze, & choiſir de préférence une mauvaiſe fonte, car la bonne ſonneroit mal.

Au reſte, la fonte de fer n'eſt point encore un métal, ce n'eſt qu'une matiere mêlée de fer & de verre, qui eſt bonne ou mauvaiſe, ſuivant la quantité dominante de l'un ou de l'autre. Dans toutes les fontes noires, brunes & griſes, dont le grain eſt fin & ſerré, il y a beaucoup plus de fer que de verre ou d'autre matiere hétérogène ; dans toutes les fontes blanches, où l'on voit plutôt des lames & des écailles que des grains, le verre eſt peut-être plus abondant que le fer ; c'eſt par cette raiſon qu'elles ſont plus légeres & très caſſantes. Le fer qui en provient conſerve les mêmes qualités. On peut à la vérité corriger un peu cette mauvaiſe qualité de la fonte par la maniere de la traiter à l'affinerie ; mais l'art du marteleur eſt comme celui du fondeur, un pauvre petit métier, dont il n'y a que les maîtres de forge ignorans qui ſoient dupes ; jamais la mauvaiſe fonte ne peut produire d'auſſi bon fer que la bonne. Jamais le marteleur ne peut réparer pleinement ce que le fondeur a gâté.

Cette maniere de fondre la mine de fer & de la faire couler en gueuſes, c'eſt-à-dire, en gros lingots de fonte, quoique la plus

générale, n'eſt peut-être pas la meilleure ni la moins diſpendieuſe; on a vu par le réſultat des expériences que j'ai citées dans ce Mémoire, qu'on peut faire d'excellent fer & même de très bon acier ſans les faire paſſer par l'état de la fonte. Dans nos provinces voiſines des Pyrénées, en Eſpagne, en Italie, en Stirie, & dans quelques autres endroits, on tire immédiatement le fer de la mine ſans le faire couler en fonte. On fond ou plutôt on ramollit la mine ſans fondant, c'eſt-à-dire, ſans caſtine, dans des petits fourneaux dont je parlerai dans la ſuite; & on en tire des loupes ou des maſſes de fer déjà pur, qui n'a point paſſé par l'état de la fonte, qui s'eſt formé par une demi-fuſion, par une eſpèce de coagulation de toutes les parties ferrugineuſes de la mine: ce fer fait par coagulation eſt certainement le meilleur de tous; on pourroit l'appeller *fer à 24 karats*; car au ſortir du fourneau il eſt déjà preſque auſſi pur que celui de la fonte qu'on a purifiée par deux chaudes au feu de l'affinerie. Je crois donc cette pratique excellente; je ſuis même perſuadé que c'eſt la ſeule maniere de tirer immédiatement de l'acier de toutes les mines, comme je l'ai fait dans mes fourneaux de 14 pieds de hauteur; mais n'ayant fait exécuter que l'été dernier 1772, les petits fourneaux des Pyrénées, d'après un Mémoire envoyé à l'Académie des Sciences, j'y ai trouvé des difficultés qui m'ont arrêté, & me forcent à renvoyer à un autre Mémoire tout ce qui a rapport à cette maniere de fondre les mines de fer.



DIXIEME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS & Expériences faites dans la vue d'améliorer les Canons de la Marine.

LES canons de la Marine sont de fonte de fer, en France comme en Angleterre, en Hollande, & par-tout ailleurs : deux motifs ont pu donner également naissance à cet usage ; le premier est celui de l'économie ; un canon de fer coulé coûte beaucoup moins qu'un canon de fer battu, & encore beaucoup moins qu'un canon de bronze ; & cela seul a peut-être suffi pour les faire préférer, d'autant que le second motif vient à l'appui du premier. On prétend, & je suis très porté à le croire, que les canons de bronze, dont quelques-uns de nos vaisseaux de parade sont armés, rendent dans l'instant de l'explosion un son si violent, qu'il en résulte dans l'oreille de tous les habitans du vaisseau un tintement assourdissant, qui leur feroit perdre en peu de temps le sens de l'ouïe. On assure d'autre côté que les canons de fer battu sur lesquels on pourroit, par l'épargne de la matiere, regagner une partie des frais de la fabrication, ne doivent point être employés sur les vaisseaux, par cette raison même de leur légèreté qui paroîtroit devoir les faire préférer; l'explosion les fait sauter dans les sabords, où l'on ne peut, dit-on, les

les retenir invinciblement, ni même assez pour les diriger à coup sûr. Si cet inconvénient n'est pas réel, ou si l'on pouvoit y parer, nul doute que les canons de fer forgé ne dussent être préférés à ceux de fer coulé, ils auroient moitié plus de légèreté & plus du double de résistance : le Maréchal de Vauban en avoit fait fabriquer de très beaux, dont il restoit encore, ces années dernieres, quelques tronçons à la manufacture de Charleville (*a*). Le travail n'en seroit pas plus

---

(*a*) Une personne très versée dans la connoissance de l'art des forges, m'a donné la note suivante.

» Il me paroît que l'on peut faire des canons de fer battu, qui seroient beaucoup plus sûrs & plus légers que les canons de fer coulé, & voici les proportions sur lesquelles il faudroit en tenter les expériences.

» Les canons de fer battu, de quatre livres de balles, auront sept pouces & demi d'épaisseur à leur plus grand diamètre.

» Ceux de huit, dix pouces.

» Ceux de douze, un pied.

» Ceux de vingt-quatre livres, quatorze pouces.

» Ceux de trente-six livres, seize pouces & demi.

» Ces proportions sont plutôt trop fortes que trop foibles, peut-être pourra-t-on les réduire à six pouces & demi pour les canons de 4 ; ceux de huit livres, à huit pouces & demi ; ceux de douze livres, à 9 pouces & demi ; ceux de vingt-quatre livres, à douze pouces ; & ceux de trente-six, à quatorze pouces.

» Les longueurs pour les canons de quatre, seront de cinq pieds & demi ; ceux de huit, de sept pieds de longueur ; ceux de douze livres, sept pieds neuf pouces de longueur ; ceux de vingt-quatre, huit pieds neuf pouces ; ceux de trente-six, neuf pieds deux pouces de longueur.

» L'on pourroit même diminuer ces proportions de

difficile que celui des ancres; & une manufacture aussi-bien montée pour cet objet, que l'est celle (*) de M. de la Chaussade, pour

* A Guérigny près de Nevers.

longueur assez considérablement sans que le service en souffrît, c'est à-dire, faire les canons de quatre, de cinq pieds de longueur seulement; ceux de huit livres, de six pieds huit pouces de longueur; ceux de douze livres, à sept pieds de longueur; ceux de vingt-quatre, à sept pieds dix pouces; & ceux de trente-six, à huit pieds, & peut-être même encore au-dessous.

» Or il ne paroît pas bien difficile, 1°. de faire des canons de quatre livres, qui n'auroient que cinq pieds de longueur sur six pouces & demi d'épaisseur dans leur plus grand diamètre; il suffiroit pour cela de souder ensemble quatre barres de trois pouces forts en quarré, & d'en former un cylindre massif de six pouces & demi de diamètre sur cinq pieds de longueur; & comme cela ne seroit pas praticable dans les chaufferies ordinaires, ou du-moins que cela deviendroit très difficile, il faudroit établir des fourneaux de réverbere, où l'on pourroit chauffer ces barres dans toute leur longueur pour les souder ensuite ensemble, sans être obligé de les remettre plusieurs fois au feu. Ce cylindre une fois formé, il sera facile de le forer & tourner, car le fer battu obéit bien plus aisément au foret que le fer coulé.

» Pour les canons de huit livres, qui ont six pieds huit pouces de longueur, sur huit pouces & demi d'épaisseur, il faudroit souder ensemble neuf barres de 3 pouces foibles en quarré chacune, en les faisant toutes chauffer ensemble au même fourneau de réverbere, pour en faire un cylindre plein de huit pouces & demi de diamètre.

» Pour les canons de douze livres de balles, qui doivent avoir dix pouces & demi d'épaisseur, on pourra les faire avec neuf barres de trois pouces & demi quarrés, que l'on soudera toutes ensemble par les mêmes moyens.

les ancres, pourroit être d'une très grande utilité.

Quoi qu'il en soit, comme ce n'est pas l'état actuel des choses, nos observations ne porteront que sur les canons de fer coulé; on s'est beaucoup plaint dans ces derniers temps de leur peu de résistance: malgré la rigueur des épreuves, quelques-uns ont crevé sur nos vaisseaux; accident terrible

---

» Et pour les canons de vingt-quatre, avec seize barres de trois pouces en quarré.

» Comme l'exécution de cette espèce d'ouvrage devient beaucoup plus difficile pour les gros canons que pour les petits, il sera juste & nécessaire de les payer à proportion plus cher.

» Le prix du fer battu est ordinairement de deux tiers plus haut que celui du fer coulé. Si l'on paye vingt francs le quintal les canons de fer coulé, il faudra donc payer ceux-ci soixante livres le quintal; mais comme ils seront beaucoup plus minces que ceux de fer coulé je crois qu'il seroit possible de les faire fabriquer à 40 livres le quintal, & peut-être au-dessous.

» Mais quand même ils coûteroient quarante livres, il y auroit encore beaucoup à gagner, 1°. pour la sûreté du service, car ces canons ne créveroient pas, ou s'ils venoient à créver ils n'éclateroient jamais, & ne feroient que se fendre, ce qui ne causeroit aucun malheur.

2° Ils résisteroient beaucoup plus à la rouille, & dureroient pendant des siècles, ce qui est un avantage très considérable.

» 3°. Comme on les foreroit aisément, la direction de l'ame en seroit parfaite.

» 4°. Comme la matiere en est homogène par-tout il n'y auroit jamais ni cavités ni chambres.

» 5°. Enfin comme ils seroient beaucoup plus légers, ils chargeroient beaucoup moins, tant sur mer que sur terre, & seroient plus aisés à manœuvrer «.

& qui n'arrive jamais sans grand dommage & perte de plusieurs hommes. Le Ministere voulant remédier à ce mal, ou plutôt le prévenir pour la suite, informé que je faisois à mes forges des expériences sur la qualité de la fonte, me demanda mes conseils en 1768, & m'invita à travailler sur ce sujet important; je m'y livrai avec zèle, & de concert avec M. le vicomte de Morogues, homme très éclairé, je donnai dans ce temps & dans les deux années suivantes, quelques observations au Ministre, avec les expériences faites & celles qui restoient à faire pour perfectionner les canons; j'en ignore aujourd'hui le résultat & le succès; le Ministre de la marine ayant changé, je n'ai plus entendu parler ni d'expériences ni de canons. Mais cela ne doit pas m'empêcher de donner sans qu'on me le demande, les choses utiles que j'ai pu trouver, en m'occupant pendant deux à trois ans de ce travail; & c'est ce qui fera le sujet de ce Mémoire, qui tient de si près à celui où j'ai traité de la fusion des mines de fer qu'on peut l'en regarder comme une suite.

Les canons se fondent en situation perpendiculaire, dans des moules de plusieurs pieds de profondeur, la culasse au fond & la bouche en haut: comme il faut plusieurs milliers de matiere en fusion pour faire un gros canon plein & chargé de la masse qui doit le comprimer à sa partie supérieure, on étoit dans le préjugé qu'il falloit deux, & même trois fourneaux, pour fondre du gros canon. Comme les plus fortes gueuses,

que l'on coule dans les plus grands fourneaux, ne ſont que de deux mille cinq cents ou tout au plus trois mille livres, & que la matiere en fuſion ne ſéjourne jamais que douze ou quinze heures dans le creuſet du fourneau, on imaginoit que le double ou le triple de cette quantité de matiere en fuſion, qu'on ſeroit obligé de laiſſer pendant trente-ſix ou quarante heures dans le creuſet avant de la couler, non-ſeulement pouvoit détruire le creuſet, mais même le fourneau par ſon bouillonnement & ſon exploſion; au moyen de quoi on avoit pris le parti qui paroiſſoit le plus prudent, & on couloit les gros canons, en tirant en même temps ou ſucceſſivement la fonte de deux ou trois fourneaux, placés de maniere que les trois ruiſſeaux de fonte pouvoient arriver en même temps dans le moule.

Il ne faut pas beaucoup de réflexion pour ſentir que cette pratique eſt mauvaiſe; il eſt impoſſible que la fonte de chacun de ces fourneaux ſoit au même degré de chaleur, de fluidité; par conſéquent le canon ſe trouve compoſé de deux ou trois matieres différentes, en ſorte que pluſieurs de ſes parties, & ſouvent un côté tout entier ſe trouve néceſſairement d'une matiere moins bonne & plus foible que le reſte, ce qui eſt le plus grand de tous les inconvéniens en fait de réſiſtance, puiſque l'effort de la poudre agiſſant également de tous côtés, ne manque jamais de ſe faire jour par le plus foible. Je voulus donc eſſayer & voir en effet s'il y avoit quelque danger à tenir pendant plus

de temps qu'on ne le fait ordinairement, une plus grande quantité de matiere en fuſion: j'attendis pour cela que le creuſet de mon fourneau, qui avoit 18 pouces de largeur, ſur 4 pieds de longueur & 18 pouces de hauteur, fût encore élargi par l'action du feu, comme cela arrive toujours vers la fin du fondage; j'y laiſſai amaſſer de la fonte pendant trente-ſix heures, il n'y eut ni exploſion ni autre bouillonnement que ceux qui arrivent quelquefois quand il tombe des matieres crues dans le creuſet; je fis couler après les trente-ſix heures, & l'on eut trois gueuſes, peſant enſemble quatre mille ſix cents livres, d'une très bonne fonte.

Par une ſeconde expérience, j'ai gardé la fonte pendant quarante-huit heures ſans aucun inconvénient; ce long ſéjour ne fait que la purifier davantage, & par conſéquent en diminuer le volume en augmentant la maſſe; comme la fonte contient une grande quantité de parties hétérogènes, dont les unes ſe brûlent & les autres ſe convertiſſent en verre, l'un des plus grands moyens de la dépurer, eſt de la laiſſer ſéjourner au fourneau.

M'étant donc bien aſſuré que le préjugé de la néceſſité de deux ou trois fourneaux étoit très mal fondé, je propoſai de réduire à un ſeul les fourneaux de Ruelle en Angoumois (*b*), où l'on fond nos gros canons;

(*b*) Voici l'extrait de cette propoſition faite au Miniſtre.

ce conſeil fut ſuivi & exécuté par ordre du Miniſtre ; on fondit ſans inconvénient & avec tout ſuccès, à un ſeul fourneau, des canons de vingt-quatre, & je ne ſais ſi l'on n'a pas fondu depuis des canons de trente-ſix, car j'ai tout lieu de préſumer qu'on réuſſiroit également. Ce premier point une fois obtenu, je cherchai s'il n'y avoit pas encore

---

Comme les canons de gros calibre, tel que ceux de trente-ſix & de vingt-quatre, ſuppoſent un grand volume de fer en fuſion, on ſe ſert ordinairement de trois ou tout au moins de deux fourneaux pour les couler. La mine fondue dans chacun de ces fourneaux, arrive dans le moule par autant de ruiſſeaux particuliers. Or cette pratique me paroît avoir les plus grands inconvéniens, car il eſt certain que chacun de ces fourneaux donne une fonte de différente eſpèce, en ſorte que leur mêlange ne peut ſe faire d'une maniere intime, ni même en approcher. Pour le voir clairement, ne ſuppoſons que deux fourneaux, & que la fonte de l'un arrive à droite, & la fonte de l'autre arrive à gauche dans le moule du canon ; il eſt certain que l'une de ces deux fontes étant ou plus peſante, ou plus légère, ou plus chaude, ou plus froide, ou, &c. que l'autre, elles ne ſe mêleront pas, & que par conſéquent l'un des côtés du canon ſera plus foible que l'autre ; que dès-lors il réſiſtera moins d'un côté que de l'autre, & qu'ayant le défaut d'être compoſé de deux matieres différentes, le reſſort de ces parties ainſi que leur cohérence ne ſera pas égal, & que par conſéquent ils réſiſteront moins que ceux qui ſeroient faits d'une matiere homogéne. Il n'eſt pas moins certain que ſi l'on veut forer ces canons, le foret trouvant plus de réſiſtance d'un côté que de l'autre, ſe détournera de la perpendiculaire du côté le plus tendre, & que la direction de l'intérieur du canon, prendra de l'obliquité, &c. Il me paroît donc qu'il faudroit tâcher de fondre les canons de fer coulé avec un ſeul fourneau, & je crois la choſe très poſſible.

d'autres causes qui pouvoient contribuer à la fragilité de nos canons, & j'en trouvai en effet qui y contribuent plus encore que l'inégalité de l'étoffe dont on les composoit en les coulant à deux ou trois fourneaux.

La premiere de ces causes est le mauvais usage qui s'est établi depuis plus de vingt ans, de faire tourner la surface extérieure des canons, ce qui les rend plus agréables à la vue; il en est cependant du canon comme du soldat, il vaut mieux qu'il soit robuste qu'élégant; & ces canons tournés, polis & guillochés, ne devoient point en imposer aux yeux des braves Officiers de notre marine; car il me semble qu'on peut démontrer qu'ils sont non-seulement beaucoup plus foibles, mais aussi d'une bien moindre durée. Pour peu qu'on soit versé dans la connoissance de la fusion des mines de fer, on aura remarqué en coulant des enclumes, des boulets, & à plus forte raison des canons, que la force centrifuge de la chaleur pousse à la circonférence la partie la plus massive & la plus pure de la fonte, il ne reste au centre que ce qu'il y a de plus mauvais, & souvent même il s'y forme une cavité; sur un nombre de boulets que l'on fera casser, on en trouvera plus de moitié qui auront une cavité dans le centre, & dans tous les autres une matiere plus poreuse que le reste du boulet: on remarquera de plus qu'il y a plusieurs rayons qui tendent du centre à la circonférence, & que la matiere est plus compacte & de meilleure qualité à mesure qu'elle est plus éloignée du centre. On observera

ſervera encore que l'écorce du boulet, de l'enclume ou du canon, eſt beaucoup plus dure que l'intérieur; cette dureté plus grande provient de la trempe que l'humidité du moule donne à l'extérieur de la pièce, & elle pénètre juſqu'à trois lignes d'épaiſſeur dans les petites pièces, & à une ligne & demie dans les groſſes. C'eſt en quoi conſiſte la plus grande force du canon; car cette couche extérieure réunit les extrémités de tous les rayons divergens dont je viens de parler, qui ſont les lignes par où ſe feroit la rupture; elle ſert de cuiraſſe au canon, elle en eſt la partie la plus pure; &, par ſa grande dureté, elle contient toutes les parties intérieures, qui ſont plus molles & céderoient ſans cela plus aiſément à la force de l'exploſion. Or, que fait-on lorſque l'on tourne les canons? on commence par enlever au ciſeau, pouſſé par le marteau, toute cette ſurface extérieure que les couteaux du tour ne pourroient entamer; on pénètre dans l'extérieur de la pièce juſqu'au point où elle ſe trouve aſſez douce pour ſe laiſſer tourner, & on lui enlève en même temps par cette opération, peut-être un quart de ſa force.

Cette couche extérieure, que l'on a ſi grand tort d'enlever, eſt en même temps la cuiraſſe & la ſauve-garde du canon; non-ſeulement elle lui donne toute la force de réſiſtance qu'il doit avoir, mais elle le défend encore de la rouille qui ronge en peu de temps ces canons tournés; on a beau les luſtrer avec de l'huile, les peindre ou les

polir ; comme la matiere de la ſurface extérieure eſt auſſi tendre que tout le reſte, la rouille y mord avec mille fois plus d'avantage que ſur ceux dont la ſurface eſt garantie par la trempe. Lorſque je fus donc convaincu par mes propres obſervations du préjudice que portoit à nos canons cette mauvaiſe pratique, je donnai au Miniſtre mon avis motivé pour qu'elle fût proſcrite ; mais je ne crois pas qu'on ait ſuivi cet avis, parce qu'il s'eſt trouvé pluſieurs perſonnes, très éclairées d'ailleurs, & nommément M. de Morogues, qui ont penſé différemment. Leur opinion ſi contraire à la mienne eſt fondée ſur ce que la trempe rend le fer plus caſſant, & dès-lors ils regardent la couche extérieure comme la plus foible & la moins réſiſtante de toutes les parties de la pièce, & concluent qu'on ne lui fait pas grand tort de l'enlever ; ils ajoutent que ſi l'on veut même remédier à ce tort, il n'y a qu'à donner aux canons quelques lignes d'épaiſſeur de plus.

J'avoue que je n'ai pu me rendre à ces raiſons ; il faut diſtinguer dans la trempe, comme dans toute autre choſe, pluſieurs états & même pluſieurs nuances. Le fer & l'acier chauffés à blanc & trempés ſubitement dans une eau très froide, deviennent très caſſans ; trempés dans une eau moins froide, ils ſont beaucoup moins caſſans ; &, dans de l'eau chaude, la trempe ne leur donne aucune fragilité ſenſible. J'ai ſur cela des expériences qui me paroiſſent déciſives. Pendant l'été dernier 1772, j'ai fait tremper

dans l'eau de la riviere, qui étoit assez chaude pour s'y baigner, toutes les barres de fer qu'on forgeoit à un des feux de ma forge; & comparant ce fer avec celui qui n'étoit pas trempé, la différence du grain n'en étoit pas sensible, non plus que celle de leur résistance à la masse lorsqu'on les cassoit. Mais ce même fer travaillé de la même façon par les mêmes ouvriers, & trempé cet hiver dans l'eau de la même riviere qui étoit presque glacée par-tout, est non-seulement devenu fragile, mais a perdu en même temps tout son nerf, en sorte qu'on auroit cru que ce n'étoit plus le même fer. Or la trempe, qui se fait à la surface du canon, n'est assurément pas une trempe à froid, elle n'est produite que par la petite humidité qui sort du moule déjà bien séché; il ne faut donc pas en raisonner comme d'une autre trempe à froid, ni en conclure qu'elle rend cette couche extérieure beaucoup plus cassante qu'elle ne le seroit sans cela. Je supprime plusieurs autres raisons que je pourrois alléguer, parce que la chose me paroît assez claire.

Un autre objet, & sur lequel il n'est pas aussi aisé de prononcer affirmativement, c'est la pratique où l'on est actuellement de couler les canons pleins, pour les forer ensuite avec des machines difficiles à exécuter, & encore plus difficiles à conduire, au lieu de les couler creux comme on le faisoit autrefois; & dans ce temps nos canons crevoient moins qu'aujourd'hui. J'ai balancé les raisons pour & contre, & je vais les présenter ici.

Pour couler un canon creux, il faut établir un noyau dans le moule, & le placer avec la plus grande précision, afin que le canon se trouve par-tout de l'épaisseur requise, & qu'un côté ne soit pas plus fort que l'autre; comme la matiere en fusion tombe entre le noyau & le moule, elle a beaucoup moins de force centrifuge; & dès-lors la qualité de la matiere est moins inégale dans le canon coulé creux que dans le canon coulé plein; mais aussi cette matiere, par la raison même qu'elle est moins inégale, est au total moins bonne dans le canon creux; parce que les impuretés qu'elle contient s'y trouvent mêlées par-tout, au lieu que dans le canon coulé plein, cette mauvaise matiere reste au centre, & se sépare ensuite du canon par l'opération des forets. Je penserois donc par cette premiere raison que les canons forés doivent être préférés aux canons à noyau. Si l'on pouvoit cependant couler ceux-ci avec assez de précision pour n'être pas obligé de toucher à la surface intérieure; si lorsqu'on tire le noyau, cette surface se trouvoit assez unie, assez égale dans toutes ses directions pour n'avoir pas besoin d'être calibrée, & par conséquent en partie détruite par l'instrument d'acier, ils auroient un grand avantage sur les autres, parce que dans ce cas la surface intérieure se trouveroit trempée comme la surface extérieure, & dès-lors la résistance de la pièce se trouveroit bien plus grande. Mais notre art ne va pas jusque-là; on étoit obligé de ratisser à l'intérieur toutes les pièces coulées creux

afin de les calibrer : en les forant, on ne fait que la même chose, & on a l'avantage d'ôter toute la mauvaise matiere qui se trouve autour du centre de la pièce coulée plein ; matiere qui reste au contraire dispersée dans toute la masse de la pièce coulée creux.

D'ailleurs les canons coulés plein sont beaucoup moins sujets aux soufflures, aux chambres, aux gersures ou fausses soudures, &c. Pour bien couler les canons à noyau & les rendre parfaits, il faudroit des évents, au lieu que les canons pleins n'en ont aucun besoin ; comme ils ne touchent à la terre ou au sable dont leur moule est composé, que par la surface extérieure, qu'il est rare, si ce moule est bien préparé, bien séché, qu'il s'en détache quelque chose, que, pourvu qu'on ne fasse pas tomber la fonte trop précipitamment, & qu'elle soit bien liquide, elle ne retient ni les bulles de l'air ni celles des vapeurs qui s'exhalent à mesure que le moule se remplit dans toute sa cavité ; il ne doit pas se trouver autant de ces défauts à beaucoup près dans cette matiere coulée pleine, que dans celle où le noyau rendant à l'intérieur son air & son humidité, ne peut guere manquer d'occasionner des soufflures & des chambres qui se formeront d'autant plus aisément que l'épaisseur de la matiere est moindre, sa qualité moins bonne & son refroidissement plus subit. Jusqu'ici tout semble donc concourir à donner la préférence à la pratique de couler les canons pleins : néanmoins comme il faut

une moindre quantité de matiere pour les canons creux, qu'il est dès-lors plus aisé de l'épurer au fourneau avant de la couler; que les frais des machines à forer sont immenses, en comparaison de ceux des noyaux; on feroit bien d'essayer si, par le moyen des évents que je viens de proposer, on n'arriveroit pas au point de rendre les pièces coulées à noyau assez parfaites pour n'avoir pas à craindre les soufflures, & n'être pas obligé de leur enlever la trempe de leur surface intérieure; ils seroient alors d'une plus grande résistance que les autres, auxquels on peut d'ailleurs faire quelques reproches par les raisons que je vais exposer.

Plus la fonte du fer est épurée, plus elle est compacte, dure & difficile à forer; les meilleurs outils d'acier ne l'entament qu'avec peine, & l'ouvrage de la forerie va d'autant moins vîte que la fonte est meilleure; ceux qui ont introduit cette pratique ont donc, pour la commodité de leurs machines, altéré la nature de la matiere (*c*), ils ont changé

(*c*) Sur la fin de l'année 1762, M. Maritz fit couler aux fourneaux de la Nouée en Bretagne, des gueuses avec les mines de la Ferriere & de Noyal, il en examina la fonte, en dressa un procès-verbal; & sur les assurances qu'il donna aux Entrepreneurs, que leur fer avoit toutes les qualités requises pour faire de bons canons, ils se déterminerent à établir des mouleries, fonderies, décapiteries, centreries, foreries, & les tours nécessaires pour tourner extérieurement les pièces. Les Entrepreneurs, après avoir formé leur établissement, ont mis les deux fourneaux en feu le 29

l'uſage où l'on étoit de faire de la fonte dure, & n'ont fait couler que des fontes tendres, qu'ils ont appellées *douces*, pour qu'on en ſentît moins la différence ; dès-lors tous nos canons coulés plein ont été fondus de cette matiere douce, c'eſt-à-dire, d'une aſſez mau-

---

Janvier 1765, & le 12 Février ſuivant on commença à couler du canon de huit. M. Maritz s'étant rendu à la forge le 21 Mars, trouva que toutes ces pièces étoient trop dures *pour ſouffrir le forage*, & jugea à propos de changer la matiere. On coula deux pièces de douze avec un nouveau mêlange, & une autre pièce de douze avec un autre mêlange, & encore deux autres pièces de douze avec un troiſième mêlange, qui parurent ſi *durs ſous la ſcie & au premier foret*, que M. Maritz jugea inutile de fondre avec ces mêlanges de différentes mines, & fit un autre eſſai avec onze mille cinq cent cinquante livres de la mine de Noyal, trois mille trois cent quatre-vingt-dix livres de la mine de la Ferriere, & trois mille ſix cents livres de la mine des environs, faiſant en tout dix-huit mille cinq cent quarante livres, dont on coula, le 31 Mars, une pièce de douze, à trente charges baſſes. A la décapiterie, ainſi qu'en formant le ſupport de la volée, M. Maritz jugea ce fer de bonne nature ; mais *le forage de cette pièce fut difficile*, ce qui porta M. Maritz à faire une autre expérience.

Le 1er & le 3 Avril, il fit couler deux pièces de douze, pour chacune deſquelles on porta trente-quatre charges compoſées chacune de dix-huit mille ſept cents livres de mine de Noyal, & de deux mille ſept cent vingt livres de mine des environs, en tout vingt un mille quatre cent vingt livres. Ceci démontra à M. de Maritz l'impoſſibilité qu'il y avoit de fondre avec de la mine de Noyal ſeule ; car même avec ce mêlange l'intérieur du fourneau s'embarraſſa au point que le laitier ne couloit plus, & que les ouvriers avoient une peine incroyable à l'arracher du fond de l'ouvrage ; d'ailleurs les deux pièces provenues de cette expérience, *ſe*

vaise fonte, & qui n'a pas à beaucoup près la pureté, la densité, la résistance qu'elle devroit avoir. J'en ai acquis la preuve la plus complète par les expériences que je vais rapporter.

---

trouverent si dures au forage & si profondément chambrées à dix-huit & vingt pouces de la volée, que quand même la mine de Noyal pourroit se fondre sans être alliée avec une espèce plus chaude, la fonte qui en proviendroit ne seroit cependant pas d'une nature *propre à couler des canons favorables.*

Le 4 avril 1765, pour septième & derniere expérience, M. Maritz fit couler une neuvième pièce de douze en trente-six charges basses, & composées de onze mille huit cent quatre-vingt livres de mine de Noyal, de sept mille deux cents livres de mine de Phlemet, & de deux mille huit cent quatre-vingt livres de mine des environs, en tout vingt-un mille neuf cent soixante livres de mine.

Après la coulée de cette derniere pièce, les ouvrages des fourneaux se trouverent si embarrassés, qu'on fut obligé de mettre hors, & M. Maritz congédia les fondeurs & mouleurs qu'il avoit fait venir des forges d'Angoumois.

Cette derniere pièce se fora facilement, en donnant une limaille de belle couleur; mais lors du forage, il se trouva des endroits *si tendres & si peu condensés*, qu'il parut plusieurs grelots de la grosseur d'une noisette, qui ouvrirent plusieurs chambres dans l'ame de la pièce.

Je n'ai rapporté les faits contenus dans cette note que pour prouver que les auteurs de la pratique du forage des canons, n'ont cherché qu'à faire couler des fontes tendres, & qu'ils ont par conséquent sacrifié la matiere à la forme, en rejetant toutes les bonnes fontes que leurs forets ne pouvoient entamer aisément, tandis qu'il faut au contraire chercher la matiere la plus compacte & la plus dure si l'on veut avoir des canons d'une bonne résistance.

Au commencement de l'année 1767, on m'envoya de la forge de la Nouée en Bretagne, six tronçons de gros canons coulés plein, pesant ensemble cinq mille trois cent cinquante-huit livres. L'été suivant, je les fis conduire à mes forges, & en ayant cassé les tourillons, j'en trouvai la fonte d'un assez mauvais grain, ce que l'on ne pouvoit pas reconnoître sur les tranches de ces morceaux, parce qu'ils avoient été sciés avec de l'émeril ou quelqu'autre matiere qui remplissoit les pores extérieurs. Ayant pesé cette fonte à la balance hydrostatique, je trouvai qu'elle étoit trop légere, qu'elle ne pesoit que quatre cent soixante-une livres le pied cube, tandis que celle que l'on couloit alors à mon fourneau en pesoit cinq cent quatre, & que quand je la veux encore épurer, elle pese jusqu'à cinq cent vingt livres le pied cube. Cette seule épreuve pouvoit me suffire pour juger de la qualité plus que médiocre de cette fonte; mais je ne m'en tins pas là. En 1770, sur la fin de l'été, je fis construire une chaufferie plus grande que mes chaufferies ordinaires, pour y faire fondre & convertir en fer ces tronçons de canons; & l'on en vint à bout à force de vent & de charbon: je les fis couler en petites gueuses, &, après qu'elles furent refroidies, j'en examinai la couleur & le grain en les faisant casser à la masse: j'en trouvai, comme je m'y attendois, la couleur plus grise & le grain plus fin; la matiere ne pouvoit manquer de s'épurer par cette seconde fusion, & en effet l'ayant portée à

la balance hydrostatique, elle se trouva peser quatre cent soixante-neuf livres le pied cube ; ce qui cependant n'approche pas encore de la densité requise pour une bonne fonte.

Et en effet ayant fait convertir en fer successivement, & par mes meilleurs ouvriers, toutes les petites gueuses refondues & provenant de ces tronçons de canon, nous n'obtinmes que du fer d'une qualité très commune, sans aucun nerf, & d'un grain assez gros, aussi différent de celui de mes forges que le fer commun l'est du bon fer.

En 1770, on m'envoya de la forge de Ruelle en Angoumois, où l'on fond actuellement la plus grande partie de nos canons, des échantillons de la fonte dont on les coule ; cette fonte a la couleur grise, le grain assez fin, & pese quatre cent quatre-vingt-quinze livres le pied cube (*d*) ; ré-

(*d*) Ces morceaux de fonte envoyés du fourneau de Ruelle, étoient de forme cubique de trois pouces, foibles dans toutes leurs dimensions ; le premier marqué *S*, pesoit dans l'air 7 livres 2 onces 4 gros & demi, c'est-à-dire, 916 gros & demi. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 2 onces 2 gros & demi ; donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte, pesoit 130 gros. L'eau dans laquelle il a été pesé, pesoit elle-même 70 livres le pied cube. Or 130 gros : 70 livres : : 916 gros $\frac{1}{2}$: 493 $\frac{3}{13}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. Le second morceau marqué *P*, pesoit dans l'air 7 livres 4 onces 1 gros, c'est-à-dire, 929 gros. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 3 onces 6 gros, c'est-à-dire 798 gros ; donc le volume

duite en fer battu & forgé avec soin, j'en ai trouvé le grain semblable à celui du fer commun, & ne prenant que peu ou point de nerf, quoique travaillé en petites verges & passé sous le cylindre; en sorte que cette fonte, quoique meilleure que celle qui m'est venue des forges de la Nouée, n'est pas encore de la bonne fonte. J'ignore si depuis ce temps l'on ne coule pas aux fourneaux de Ruelle des fontes meilleures & plus pesantes; je sais seulement que deux Officiers de Marine (*e*), très habiles & zélés, y ont été envoyés successivement, & qu'ils sont tous deux fort en état de perfectionner l'art & de bien conduire les travaux de cette fonderie. Mais jusqu'à l'époque que je viens de citer, & qui est bien récente, je suis assuré que les fontes de nos canons coulés pleins n'étoient que de médiocre qualité; qu'une pareille fonte n'a pas assez de résistance, & qu'en lui ôtant encore le lien qui la contient, c'est-à-dire, en enlevant, par les cou-

---

d'eau égal au volume de ce morceau de fonte, pesoit 131 gros. Or 131 gros : 70 livres : : 929 gros : 496 $\frac{54}{131}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. On observera que ces morceaux qu'on avoit voulu couler sur les dimensions d'un cube de trois pouces, étoient trop foibles. Ils auroient dû contenir chacun 27 pouces cubiques, & par conséquent le pied cube du premier n'auroit pesé que 458 livres 4 onces, car 27 pouces : 1728 pouces : : 916 gros $\frac{1}{2}$: 458 livres 4 onces. Et le pied cube du second n'auroit pesé que 464 livres $\frac{1}{4}$, au lieu de 493 livres $\frac{3}{11}$, & de 496 $\frac{54}{131}$.

(*e*) MM. de Souville & de Vialis.

teaux du tour, la ſurface trempée, il y a tout à craindre du ſervice de ces canons.

On ne manquera pas de dire que ce ſont ici des frayeurs paniques & mal fondées, qu'on ne ſe ſert jamais que des canons qui ont ſubi l'épreuve, & qu'une pièce une fois éprouvée par une moitié de plus de charge, ne doit ni ne peut crever à la charge ordinaire. A ceci je réponds que non-ſeulement cela n'eſt pas certain, mais encore que le contraire eſt beaucoup plus probable. En général, l'épreuve des canons par la poudre eſt peut-être la plus mauvaiſe méthode que l'on pût employer pour s'aſſurer de leur réſiſtance. Le canon ne peut ſubir le trop violent effort des épreuves qu'en y cédant autant que la cohérence de la matiere le permet, ſans ſe rompre; & comme il s'en faut bien que cette matiere de la fonte ſoit à reſſort parfait, les parties ſéparées par le trop grand effort ne peuvent ſe rapprocher ni ſe rétablir comme elles étoient d'abord; cette cohéſion des parties intégrantes de la fonte étant donc fort diminuée par le grand effort des épreuves, il n'eſt pas étonnant que le canon crève enſuite à la charge ordinaire, c'eſt un effet très ſimple qui dérive d'une cauſe tout auſſi ſimple. Si le premier coup d'épreuve écarte les parties d'une moitié ou d'un tiers de plus que le coup ordinaire, elles ſe rétabliront, ſe réuniront moins dans la même proportion; car, quoique leur cohérence n'ait pas été détruite puiſque la pièce a réſiſté, il n'en eſt pas moins vrai que cette cohérence n'eſt pas ſi grande

qu'elle étoit auparavant, & qu'elle a diminué dans la même raiſon que diminue la force d'un reſſort imparfait : dès-lors un ſecond ou un troiſième coup d'épreuve fera éclater les pièces qui auront réſiſté au premier, & celles qui auront ſubi les trois épreuves ſans ſe rompre, ne ſont guere plus ſûres que les autres ; après avoir ſubi trois fois le même mal, c'eſt-à-dire, le trop grand écartement de leurs parties intégrantes, elles en ſont néceſſairement devenues bien plus foibles, & pourront par conſéquent céder à l'effort de la charge ordinaire.

Un moyen bien plus ſûr, bien ſimple & mille fois moins coûteux pour s'aſſurer de la réſiſtance des canons, ſeroit d'en faire peſer la fonte à la balance hydroſtatique ; en coulant le canon l'on mettroit à part un morceau de la fonte ; lorſqu'il ſeroit refroidi on le peſeroit dans l'air & dans l'eau, & ſi la fonte ne peſoit pas au moins cinq cent vingt livres le pied cube, on rebuteroit la pièce comme non recevable : l'on épargneroit la poudre, la peine des hommes, & on banniroit la crainte très bien fondée de voir crever les pièces ſouvent après l'épreuve : étant une fois ſûr de la denſité de la matiere, on ſeroit également aſſuré de ſa réſiſtance ; & ſi nos canons étoient faits avec de la fonte peſant cinq cent vingt livres le pied cube, & qu'on ne s'aviſât pas de les tourner ni de toucher à leur ſurface extérieure, j'oſe aſſurer qu'ils réſiſteroient & dureroient autant qu'on doit ſe le promettre. J'avoue que par ce moyen, peut-être trop ſimple pour

être adopté, on ne peut pas savoir si la pièce est saine, s'il n'y a pas dans l'intérieur de la matiere des défauts, des soufflures, des cavités; mais connoissant une fois la bonté de la fonte, il suffiroit pour s'assurer du reste de faire éprouver une seule fois, & à la charge ordinaire, les canons nouvellement fondus, & l'on seroit beaucoup plus sûr de leur résistance que de celle de ceux qui ont subi des épreuves violentes.

Plusieurs personnes ont donné des projets pour faire de meilleurs canons; les uns ont proposé de les doubler de cuivre, d'autres de fer battu, d'autres de souder ce fer battu avec la fonte, tout cela peut être bon à certains égards; & dans un art dont l'objet est aussi important & la pratique aussi difficile, les efforts doivent être accueillis, & les moindres découvertes récompensées; je ne ferai point ici d'observations sur les canons de M. Feutry, qui ne laissent pas de demander beaucoup d'art dans leur exécution; je ne parlerai pas non plus des autres tentatives, à l'exception de celle de M. de Souville, qui m'a paru la plus ingénieuse, & qu'il a bien voulu me communiquer par sa lettre datée d'Angoulême, le 6 Avril 1771, dont je donne ici l'extrait (*f*). Mais je dirai

---

(*f*) » Les canons fabriqués avec des spirales, ont opposé la plus grande résistance à la plus forte charge de poudre, & à la maniere la plus dangereuse de les charger. Il ne manque à cette méthode, pour être bonne, que d'empêcher qu'il ne se forme des chambres dans ces bouches à feu : cet inconvénient, il est vrai,

ſeulement que la ſoudure de cuivre avec le fer rend celui-ci beaucoup plus aigre; que quand on ſoude de la fonte avec elle-même, par le moyen du ſoufre, on la change de nature, & que la ligne de jonction des deux parties ſoudées n'eſt plus de la fonte de fer, mais de la pyrite très caſſante, & qu'en gé-

---

m'obligeroit à l'abandonner ſi je n'y parvenois; mais pourquoi ne pas le tenter? Beaucoup de perſonnes ont propoſé de faire des canons avec des doublures ou des enveloppes de fer forgé; mais ces doublures ou ces enveloppes ont toujours été un aſſemblage de barres inflexibles que leur forme, leur poſition & leur roideur rendent inutiles. La ſpirale n'a pas les mêmes défauts; elle ſe prête à toutes les formes que prend la matiere, elle s'affaiſſe avec elle dans le moule : ſon fer ne perd ni ſa ductilité ni ſon reſſort; dans la commotion du *tir* l'effort eſt diſtribué ſur toute ſon étendue. Elle enveloppe preſque toute l'épaiſſeur du canon, & dès-lors s'oppoſe à ſa rupture avec une réſiſtance de près de trente mille livres de force. Si la fonte éprouve une plus grande dilatation que le fer, elle réſiſte avec toute cette force; ſi cette dilatation eſt moindre, la ſpirale ne reçoit que le mouvement qui lui eſt communiqué. Ainſi dans l'un & l'autre cas, l'effet eſt le même. L'aſſemblage des barres, au contraire, ne réſiſte que par les cercles qui les contiennent. Lorſqu'on en a revêtu l'ame des canons, on n'a pas augmenté la réſiſtance de la fonte, ſa tendance à ſe rompre a été la même; & lorſqu'on a enveloppé ſon épaiſſeur, les cercles n'ont pu ſoutenir également l'effort qui ſe partage ſur tout le développement de la ſpirale. Les barres, d'ailleurs, s'oppoſent aux vibrations des cercles. La ſpirale que j'ai miſe dans un canon de ſix foré & éprouvé au calibre de douze, ne peſoit que quatre-vingt-trois livres, elle avoit 2 pouces de largeur & 4 lignes d'épaiſſeur. La diſtance d'une hélice à l'autre étoit auſſi de deux pouces, elle étoit roulée à chaud ſur un mandrin de fer «.

néral le ſoufre eſt un intermède qu'on ne doit jamais employer lorſqu'on veut ſouder du fer ſans en altérer la qualité; je ne donne ceci que pour avis à ceux qui pourroient prendre cette voie comme la plus sûre & la plus aiſée, pour rendre le fer fuſible & en faire de groſſes pièces.

Si l'on conſerve l'uſage de forer les canons, & qu'on les coule de bonne fonte dure, il faudra en revenir aux machines à forer de M. le Marquis de Montalembert, celles de M. Maritz n'étant bonnes que pour le bronze ou la fonte de fer tendre. M. de Montalembert eſt encore un des hommes de France qui entend le mieux cet art de la fonderie des canons, & j'ai toujours gémi que ſon zèle éclairé de toutes les connoiſſances néceſſaires en ce genre, n'ait abouti qu'au détriment de ſa fortune; comme je vis éloigné de lui, j'écris ce Mémoire ſans le lui communiquer; mais je ſerai plus flatté de ſon approbation que de celle de qui que ce ſoit, car je ne connois perſonne qui entende mieux ce dont il eſt ici queſtion. Si l'on mettoit en maſſe, dans ce royaume, les tréſors de lumiere que l'on jette à l'écart, ou qu'on a l'air de dédaigner, nous ſerions bientôt la nation la plus floriſſante & le peuple le plus riche. Par exemple, il eſt le premier qui ait conſeillé de reconnoître la réſiſtance de la fonte par ſa peſanteur ſpécifique; il a auſſi cherché à perfectionner l'art de la moulerie en ſable des canons de fonte de fer, & cet art eſt perdu depuis qu'on a imaginé de les tourner. Avec les moules en terre, dont on ſe ſervoit

auparavant

auparavant, la ſurface des canons étoit toujours chargée d'aſpérités & de rugoſités; M. de Montalembert avoit trouvé le moyen de faire des moules en ſable, qui donnoient à la ſurface du canon tout le liſſe, & même le luiſant qu'on pouvoit deſirer; ceux qui connoiſſent les Arts en grand, ſentiront bien les difficultés qu'il a fallu ſurmonter pour en venir à bout, & les peines qu'il a fallu prendre pour former des ouvriers capables d'exécuter ces moules, auxquels ayant ſubſtitué le mauvais uſage du tour, on a perdu un art excellent pour adopter une pratique funeſte (*g*).

(*g*) L'outil à langue de carpe perce la fonte de fer avec une vîteſſe preſque double de celle de l'outil à cylindre. Il n'eſt point néceſſaire avec ce premier outil, de ſeringuer de l'eau dans la pièce, comme il eſt d'uſage de le faire en employant le ſecond qui s'échauffe beaucoup par ſon frottement très conſidérable. L'outil à cylindre ſeroit détrempé en peu de temps ſans cette précaution; elle eſt même ſouvent inſuffiſante dès que la fonte ſe trouve plus compacte & plus dure, cet outil ne peut la forer. La limaille ſort naturellement avec l'outil à langue de carpe, tandis qu'avec l'outil à cylindre il faut employer continuellement un crochet pour la tirer; ce qui ne peut ſe faire aſſez exactement pour qu'il n'en reſte pas entre l'outil & la pièce, ce qui la gêne & augmente encore ſon frottement.

Il faudroit s'attacher à perfectionner la moulerie. Cette opération eſt difficile, mais elle n'eſt pas impoſſible à quelqu'un d'intelligent. Pluſieurs choſes ſont abſolument néceſſaires pour y réuſſir: 1°. des mouleries plus étendues pour pouvoir y placer plus de chantiers & y faire plus de moules à la fois, afin qu'ils puſſent ſécher plus lentement; 2°. une grande foſſe pour les

Une attention très nécessaire lorsque l'on coule du canon, c'est d'empêcher les écumes qui surmontent la fonte, de tomber avec elle dans le moule. Plus la fonte est légere & plus elle fait d'écumes, & l'on pourroit juger à l'inspection même de la coulée si la fonte est de bonne qualité ; car alors sa surface est lisse & ne porte point d'écume ; mais,

---

recuire debout, ainsi que cela se pratique pour les canons de cuivre, afin d'éviter que le moule ne soit arqué, & par conséquent le canon ; 3°. un petit charriot à quatre roues fort basses avec des montans assez élevés pour y suspendre le moule recuit, & le transporter de la moulerie à la cuve du fourneau, comme on transporte un lustre ; 4°. un juste mêlange d'une terre grasse & d'une terre sableuse, tel qu'il le faut pour qu'au recuit le moule ne se fende pas de mille & mille fentes qui rendent le canon défectueux, & surtout pour que cette terre, avec cette qualité de ne pas se fendre, puisse conserver l'avantage de s'*écaller* (c'est-à-dire, de se détacher du canon quand on vient à le nettoyer) ; plus la terre est grasse, mieux elle s'*écalle*, & plus elle se fend ; plus elle est maigre ou sableuse, moins elle se fend, mais moins elle s'*écalle*. Il y a des moules de cette terre qui se tiennent si fort attachés au canon, qu'on ne peut avec le marteau & le ciseau, en emporter que la plus grosse partie ; ces sortes de canons restent encore plus vilains que ceux cicatrisés par les fentes innombrables des moules de terre grasse. Ce mêlange de terre est donc très difficile, il demande beaucoup d'attention, d'expérience ; & ce qu'il y a de fâcheux, c'est que les expériences dans ce genre, faites pour des petits calibres, ne concluent rien pour les gros. Il n'est jamais difficile de faire écaller des petits canons avec un mêlange sableux. Mais ce même mêlange ne peut plus être employé dès que les calibres passent celui de douze ; pour ceux de trente-six surtout, il est très difficile d'attraper le point de mêlange.

dans tous ces cas, il faut avoir ſoin de comprimer la matiere coulante par pluſieurs torches de paille placées dans les coulées; avec cette précaution, il ne paſſe que peu d'écumes dans le moule; & ſi la fonte étoit denſe & compacte, il n'y en auroit point du tout. La bourre de la fonte ne vient ordinairement que de ce qu'elle eſt trop précipitamment fondue; d'ailleurs la matiere la plus peſante ſort la premiere du fourneau, la plus légere vient la derniere; la culaſſe du canon eſt par cette raiſon toujours d'une meilleure matiere que les parties ſupérieures de la pièce; mais il n'y aura jamais de bourre dans le canon ſi, d'une part, on arrête les écumes par les torches de paille, & qu'en même temps on lui donne une forte maſſelote de matiere excédante, dont il eſt même auſſi néceſſaire qu'utile, qu'il reſte encore, après la coulée, trois ou quatre quintaux en fuſion dans le creuſet; cette fonte qui reſte y entretient la chaleur; & comme elle eſt encore mêlée d'une aſſez grande quantité de laitier, elle conſerve le fond du fourneau, & empêche la mine fondante de brûler en s'y attachant.

Il me paroît qu'en France on a ſouvent fondu les canons avec des mines en roche, qui toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de ſoufre; & comme l'on n'eſt pas dans l'uſage de les griller dans nos provinces où le bois eſt cher, ainſi qu'il ſe pratique dans les pays du Nord où le bois eſt commun, je préſume que la qualité caſſante de la fonte de nos canons de la marine, pourroit auſſi provenir de ce ſoufre qu'on

n'a pas soin d'enlever à la mine, avant de la jeter au fourneau de fusion. Les fonderies de Ruelle en Angoumois, de Saint-Gervais en Dauphiné & de Baigorry dans la basse Navarre, sont les seules dont j'aie connoissance, avec celle de la Nouée en Bretagne, dont j'ai parlé, & où je crois que le travail est cessé : dans toutes quatre, je crois qu'on ne s'est servi & qu'on ne se sert encore que de mine en roche ; & je n'ai pas ouï dire qu'on les grillât ailleurs qu'à Saint-Gervais & à Baigorry ; j'ai tâché de me procurer des échantillons de chacune de ces mines, & au défaut d'une assez grande quantité de ces échantillons, tous les renseignemens que j'ai pu obtenir par la voie de quelques amis intelligens. Voici ce que m'a écrit M. de Morogues, au sujet des mines qu'on emploie à Ruelle.

» La premiere est dure, compacte, pe» sante, faisant feu avec l'acier, de cou» leur rouge-brun, formée par deux cou» ches d'inégale épaisseur, dont l'une est » spongieuse, parsemée de trous ou cavités, » d'un velouté violet-foncé, & quelquefois » d'un bleu indigo à sa cassure, ayant des » mamelons, teignant en rouge de sanguine ; » caracteres qui peuvent la faire ranger dans » la septième classe de l'art des forges, » comme une espéce de pierre hématite, mais » elle est riche & douce.

» La seconde ressemble assez à la précé» dente pour la pesanteur, la dureté & la » couleur, mais elle est un peu *salardée* (on » appelle *salard* ou mine salardée, celle qui

» a des grains de ſable clair, & qui eſt mê» lée de ſable gris-blanc, de caillou & de » fer), elle eſt riche en métal; employée » avec de la mine très douce, elle ſe fond » très facilement. Son tiſſu à ſa caſſure eſt » ſtrié & parſemé quelquefois de cavités d'un » brun-noir. Elle paroît de la ſixième eſ» pèce de la mine rougeâtre dans l'art des » forges.

» La troiſième qu'on nomme dans le pays » *glacieuſe*, parce qu'elle a ordinairement » quelques-unes de ſes faces liſſes & douces » au toucher, n'eſt ni fort peſante ni fort » riche, elle a communément quelques pe» tits points noirs & luiſans, d'un grain ſem» blable au marroquin; ſa couleur eſt variée, » elle a du rouge aſſez vif, du brun, du » jaune, un peu de verd & quelques cavi» tés; elle paroît, à cauſe de ſes faces unies » & luiſantes, avoir quelque rapport à la » mine ſpéculaire de la huitième eſpéce.

» La quatrième qui fournit d'excellent fer, » mais en petite quantité, eſt légere, ſpon» gieuſe, aſſez tendre, d'une couleur brune » preſque noire, ayant quelques mamelons » & ſablonneuſe; elle paroît être une ſorte » de mine limonneuſe de la onzième eſpèce.

» La cinquième eſt une mine ſalardée fai» ſant beaucoup de feu avec l'acier, dure, » compacte, peſante, parſemée à la caſſure » de petits points brillans, qui ne ſont que » du ſable de couleur de lie-de-vin. Cette » mine eſt difficile à fondre; la qualité de » ſon fer paſſe pour n'être pas mauvaiſe, » mais elle en produit peu; les ouvriers

» prétendent qu'il n'y a pas moyen de la
» fondre seule, & que l'abondance des craf-
» ses qui s'en séparent, l'aglutine à l'ouvrage
» du fourneau ; cette mine ne paroît pas
» avoir de ressemblance bien caractérisée avec
» celle dont Swedemborg a parlé.

» On emploie encore un grand nombre
» d'autres espèces de mine ; mais elles ne
» diffèrent des précédentes que par moins de
» qualité, à l'exception d'une espèce d'ocre
» martiale, qui peut fournir ici une sixième
» classe. Cette mine est assez abondante dans
» les minieres, elle est aisée à tirer, on l'en-
» lève comme la terre, elle est jaune &
» quelquefois mêlée de petites grenailles,
» elle fournit peu de fer, elle est très dou-
» ce ; on peut la ranger dans la douzième
» espèce de l'art des forges.

» La gangue de toutes les mines du pays,
» est une terre vitrifiable rarement argileuse.
» Toutes ces espèces de mines sont mêlées,
» & le terrein dont on les tire, est presque
» tout sableux «.

» On appelle *schiffre* en Angoumois un cail-
» lou assez semblable aux pierres à feu, &
» qui en donne beaucoup quand on le frappe
» avec l'acier. Il est d'un jaune-clair, fort
» dur ; il tient quelquefois à des matie-
» res qui peuvent avoir du fer, mais ce n'est
» point le schist.

» La castine est une vraie pierre calcaire
» assez pure, si l'on en peut juger par l'uni-
» formité de sa cassure & de sa couleur qui
» est gris-blanc ; elle est pesante, assez du-

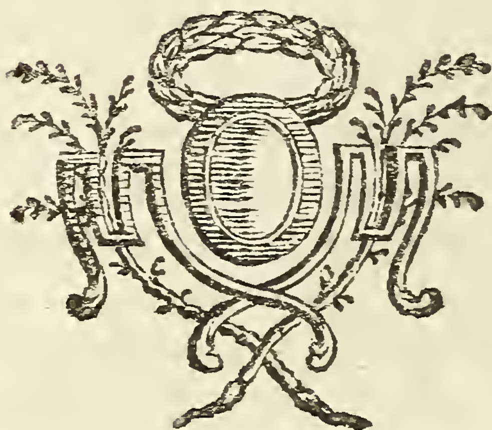
» re, & prend un poli fort doux au tou-
» cher «.

Par ce récit de M. de Morogues, il me semble qu'il n'y a que la sixième espèce qui ne demande pas à être grillée, mais seulement bien lavée avant de la jeter au fourneau.

Au reste, quoique généralement parlant, & comme je l'ai dit, les mines en roche & qui se trouvent en grandes masses solides, doivent leur origine à l'élément du feu, néanmoins il se trouve aussi plusieurs mines de fer en assez grosses masses qui se sont formées par le mouvement & l'intermède de l'eau. On distinguera, par l'épreuve de l'aimant, celles qui ont subi l'action du feu ; car elles seront toujours magnétiques, au lieu que celles qui ont été produites par la stillation des eaux, ne le sont point du tout & ne le deviendront qu'après avoir été bien grillées & presque liquéfiées. Ces mines en roche, qui ne sont point attirables par l'aimant, ne contiennent pas plus de soufre que nos mines en grains ; l'opération de les griller, qui est très coûteuse, doit dès-lors être supprimée, à moins qu'elle ne soit nécessaire pour attendrir ces pierres de fer assez pour qu'on puisse les concasser sous les pilons du boccard.

J'ai tâché de présenter dans ce Mémoire tout ce que j'ai cru qui pourroit être utile à l'amélioration des canons de notre marine ; je sens en même temps qu'il reste beaucoup de choses à faire, sur-tout pour se procurer dans

chaque fonderie une fonte pure & assez compacte pour avoir une résistance supérieure à toute explosion ; cependant je ne crois point du tout que cela soit impossible, & je pense qu'en purifiant la fonte de fer, autant qu'elle peut l'être, on arriveroit au point que la pièce ne feroit que se fendre au lieu d'éclater par une trop forte charge : si l'on obtenoit une fois ce but, il ne nous resteroit plus rien à craindre ni rien à desirer à cet égard.





ONZIEME MÉMOIRE.

Expériences sur la force du Bois.

Le principal uſage du bois dans les bâtimens & dans les conſtructions de toute eſpèce, eſt de ſupporter des fardeaux : la pratique des ouvriers qui l'emploient n'eſt fondée que ſur des épreuves, à la vérité ſouvent reitérées, mais toujours aſſez groſſieres ; ils ne connoiſſent que très imparfaitement la force & la réſiſtance des matériaux qu'ils mettent en œuvre ; j'ai tâché de déterminer, avec quelque préciſion, la force du bois, & j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux Conſtructeurs & aux Charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre pluſieurs poutres & pluſieurs ſolives de différentes longueurs. On trouvera, dans la ſuite de ce Mémoire, le détail exact de toutes ces expériences ; mais je vais auparavant en préſenter les réſultats généraux, après avoir dit un mot de l'organiſation du bois & de quelques circonſtances particulieres qui me paroiſſent avoir échappé aux Phyſiciens qui ſe ſont occupés de ces matieres.

Un arbre eſt un corps organiſé, dont la ſtructure n'eſt point encore bien connue. Les expériences de Grew, de Malpighi, & ſur-

tout celles de Hales, ont, à la vérité, donné de grandes lumieres sur l'économie végétale, & il faut avouer qu'on leur doit presque tout ce qu'on sait en ce genre; mais dans ce genre comme dans tous les autres, on ignore beaucoup plus de choses qu'on n'en sait. Je ne ferai point ici la description anatomique des différentes parties d'un arbre, cela seroit inutile pour mon dessein; il me suffira de donner une idée de la maniere dont les arbres croissent, & de la façon dont le bois se forme.

Une semence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printemps, produit au bout de quelques semaines un petit jet tendre & herbacé, qui augmente, s'étend, grossit, durcit & contient déjà dès la fin de la premiere année un filet de substance ligneuse. A l'extrémité de ce petit arbre, est un bouton qui s'épanouit l'année suivante, & dont il sort un second jet semblable à celui de la premiere année, mais plus vigoureux, qui grossit & s'étend davantage, durcit dans le même temps, & produit un autre bouton qui contient le jet de la troisième année, & ainsi des autres jusqu'à ce que l'arbre soit parvenu à toute sa hauteur; chacun de ces boutons est une espèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroissement des arbres en hauteur se fait donc par plusieurs productions semblables & annuelles; de sorte qu'un arbre de cent pieds de haut, est composé dans sa longueur de plusieurs petits arbres mis bout à bout, dont

le plus long n'a souvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimensions, ils existent dans un arbre de cent ans sans avoir grossi ni grandi, ils sont seulement devenus plus solides. Voilà comment se fait l'accroissement en hauteur ; l'accroissement en grosseur en dépend. Ce bouton, qui fait le sommet du petit arbre de la premiere année, tire sa nourriture à travers la substance & le corps même de ce petit arbre ; mais les principaux canaux, qui servent à conduire la sève, se trouvent entre l'écorce & le filet ligneux ; l'action de cette sève en mouvement, dilate ces canaux & les fait grossir, tandis que le bouton en s'élevant, les tire & les alonge ; de plus, la sève en y coulant continuellement, y dépose des parties fixes qui en augmentent la solidité ; ainsi, dès la seconde année, un petit arbre contient déjà dans son milieu un filet ligneux en forme de cône fort alongé, qui est la production en bois de la premiere année, & une couche ligneuse aussi conique qui enveloppe ce premier filet & le surmonte, & qui est la production de la seconde année. La troisième couche se forme comme la seconde ; il en est de même de toutes les autres qui s'enveloppent successivement & continuement ; de sorte qu'un gros arbre est un composé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent & se recouvrent tant que l'arbre grossit ; lorsqu'on vient à l'abattre, on compte aisément sur la coupe transversale du tronc le nombre de ces cônes, dont les sec-

tions forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques, & on reconnoît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles ſont diſtinctement ſéparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaiſſeur de chaque couche ou couronne, eſt de deux ou trois lignes ; cette épaiſſeur eſt d'un bois dur & ſolide, mais la ſubſtance qui unit enſemble ces couronnes, dont le prolongement forme les cônes ligneux, n'eſt pas à beaucoup près auſſi ferme; c'eſt la partie foible du bois, dont l'organiſation eſt différente de celle des cônes ligneux, & dépend de la façon dont ces cônes s'attachent & s'uniſſent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux qui portent la nourriture au bouton, nonſeulement prennent de l'étendue & acquièrent de la ſolidité par l'action & le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon, ils ſe ramifient dans toute leur longueur, & pouſſent de petits filamens comme de petites branches, qui, d'un côté, vont produire l'écorce, & de l'autre, vont s'attacher au bois de l'année précédente, & forment entre les deux couches du bois un tiſſu ſpongieux qui, coupé tranſverſalement, même à une aſſez grande épaiſſeur, laiſſe voir pluſieurs petits trous, à-peu-près comme on en voit dans de la dentelle. Les couches du bois ſont donc unies les unes aux autres par une eſpèce de réſeau : ce réſeau n'occupe pas à beaucoup près autant d'eſpace que la couche ligneuſe, il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaiſſeur; cette épaiſſeur eſt à-peu-près la

même dans tous les arbres de même eſpèce; au lieu que les couches ligneuſes ſont plus ou moins épaiſſes, & varient ſi conſidérablement dans la même eſpèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai meſuré qui avoient trois lignes & demi, & d'autres qui n'avoient qu'une demi-ligne d'épaiſſeur.

Par cette ſimple expoſition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus conſidérable que l'union tranſverſale; on voit que dans les petites pièces de bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaiſſeur, s'il ſe trouve quatorze ou quinze couches ligneuſes, il y aura treize ou quatorze cloiſons, & que par conſéquent ce barreau ſera moins fort qu'un pareil barreau qui ne contiendra que cinq ou ſix couches & quatre ou cinq cloiſons: on voit auſſi que dans ces petites pièces, s'il ſe trouve une ou deux couches ligneuſes qui ſoient tranchées par la ſcie, ce qui arrive ſouvent, leur force ſera conſidérablement diminuée; mais le plus grand défaut de ces petites pièces de bois, qui ſont les ſeules ſur leſquelles on ait juſqu'à ce jour fait des expériences, c'eſt qu'elles ne ſont pas compoſées comme les groſſes pièces; la poſition des couches ligneuſes & des cloiſons dans un barreau, eſt fort différente de la poſition de ces mêmes couches dans une poutre, leur figure eſt même différente, & par conſéquent on ne peut pas eſtimer la force d'une groſſe pièce par celle d'un barreau: un moment de réflexion fera ſentir ce que je viens de dire. Pour former une pou-

tre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'est-à-dire, enlever quatre segmens cylindriques d'un bois blanc & imparfait, qu'on appelle *aubier*; dans le cœur de l'arbre, la premiere couche ligneuse reste au milieu de la pièce, toutes les autres couches enveloppent la premiere en forme de cercles ou de couronnes cylindriques; le plus grand de ces cercles entiers a pour diamétre l'épaisseur de la pièce; au-delà de ce cercle, tous les autres sont tranchés, & ne forment plus que des portions de cercles qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce: ainsi une poutre quarrée est composée d'un cylindre continu de bon bois bien solide, & de quatre portions angulaires tranchées d'un bois moins solide & plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre ou pris dans une planche, est tout autrement composé; ce sont de petits segmens longitudinaux des couches annuelles dont la courbure est insensible; des segmens qui tantôt se trouvent posés parallèlement à une des surfaces du barreau, & tantôt plus ou moins inclinés, des segmens qui sont plus ou moins longs & plus ou moins tranchés, & par conséquent plus ou moins forts: de plus, il y a toujours dans un barreau deux positions, dont l'une est plus avantageuse que l'autre; car ces segmens de couches ligneuses forment autant de plans parallèles. Si vous posez le barreau de maniere que ces plans soient verticaux, il résistera davantage que dans une position horizontale; c'est comme si on faisoit rompre plusieurs planches à la fois, elles résiste-

roient bien davantage étant posées sur le côté que sur le plat. Ces remarques font déjà sentir combien on doit peu compter sur les tables calculées ou sur les formules que différens auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avoient éprouvée que sur des pièces dont les plus grosses étoient d'un ou deux pouces d'épaisseur, & dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuses que ces barreaux contenoient, ni la position de ces couches, ni le sens dans lequel se sont trouvées ces couches lorsqu'ils ont fait rompre le barreau : circonstances cependant essentielles, comme on le verra par mes expériences & par les soins que je me suis donnés pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les Physiciens qui ont fait quelques expériences sur la force du bois, n'ont fait aucune attention à ces inconvéniens ; mais il y en a d'autres peut-être encore plus grands qu'ils ont aussi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé ; un barreau tiré du pied d'un arbre, résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre ; un barreau pris à la circonférence près de l'aubier, est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre : d'ailleurs le degré de desséchement du bois fait beaucoup à sa résistance, le bois verd casse bien plus difficilement que le bois sec ; enfin le temps qu'on emploie à charger les pièces pour les faire rompre doit aussi entrer en considération, parce qu'une pièce qui soutiendra pendant quelques minutes un

certain poids, ne pourra pas soutenir ce poids pendant une heure; & j'ai trouvé que des poutres qui avoient chacune supporté sans se rompre pendant un jour entier neuf milliers, avoient rompu au bout de cinq ou six mois sous la charge de six milliers, c'est-à-dire, qu'elles n'avoient pas pu porter pendant six mois les deux tiers de la charge qu'elles avoient portée pendant un jour. Tout cela prouve assez combien les expériences que l'on a faites sur cette matiere, sont imparfaites, & peut-être cela prouve aussi qu'il n'est pas trop aisé de les bien faire.

Mes premieres épreuves, qui sont en très grand nombre, n'ont servi qu'à me faire reconnoître tous les inconvéniens dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux, & je calculai quelle devoit être la force d'un barreau plus long & plus gros que ceux que j'avois mis à l'épreuve; & ensuite ayant fait rompre de ces derniers, & ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle, je trouvai de si grandes différences, que je répétai plusieurs fois la même chose sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience; j'essayai sur d'autres longueurs & d'autres grosseurs, l'évènement fut le même: enfin je me déterminai à faire une suite complète d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois, sur laquelle je pouvois compter, & que tout le monde pourra consulter au besoin.

Je vais rapporter en aussi peu de mots

qu'il me ſera poſſible, la maniere dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choiſir, dans un canton de mes bois, cent chênes ſains & bien vigoureux, auſſi voiſins les uns des autres qu'il a été poſſible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrein, car les arbres de différens pays & de différens terreins ont des réſiſtances différentes; autre inconvénient qui ſeul ſembloit d'abord anéantir toute l'utilité que j'eſpérois tirer de mon travail. Tous ces chênes étoient auſſi de la même eſpèce, de la belle eſpèce, qui produit du gros gland attaché un à un ou deux à deux ſur la branche; les plus petits de ces arbres avoient environ 2 pieds & demi de circonférence, & les plus gros cinq pieds; je les ai choiſis de différente groſſeur, afin de me rapprocher davantage de l'uſage ordinaire; lorſque les Charpentiers ont beſoin d'une pièce de 5 ou 6 pouces d'équarriſſage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied, la dépenſe ſeroit trop grande, & il ne leur arrive que trop ſouvent d'employer des arbres trop menus & où ils laiſſent beaucoup d'aubier; car je ne parle pas ici des ſolives de ſciage qu'on emploie quelquefois, & qu'on tire d'un gros arbre; cependant il eſt bon d'obſerver en paſſant que ces ſolives de ſciage ſont foibles, & que l'uſage en devroit être proſcrit. On verra, dans la ſuite de ce Mémoire, combien il eſt avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le degré de deſſéchement du bois

fait varier très considérablement celui de sa résistance, & que d'ailleurs il est fort difficile de s'assurer de ce degré de desséchement, puisque souvent de deux arbres abattus en même temps, l'un se dessèche en moins de temps que l'autre; j'ai voulu éviter cet inconvénient qui auroit dérangé la suite comparée de mes expériences, & j'ai cru que j'aurois un terme plus fixe & plus certain en prenant le bois tout verd. J'ai donc fait couper mes arbres un à un à mesure que j'en avois besoin; le même jour qu'on abattoit un arbre, on le conduisoit au lieu où il devoit être rompu; le lendemain, les charpentiers l'équarrissoient & des menuisiers le travailloient à la varlope, afin de lui donner des dimensions exactes, & le surlendemain on le mettoit à l'épreuve.

Voici en quoi consistoit la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences. Deux forts tréteaux de 7 pouces d'équarrissage, de 3 pieds de hauteur & d'autant de longueur, renforcés dans leur milieu par un bois debout; on posoit sur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on vouloit rompre. Plusieurs boucles quarrées de fer rond, dont la plus grosse portoit près de 9 pouces de largeur intérieure, & étoit d'un fer de 7 à 8 pouces de tour; la seconde boucle portoit 7 pouces de largeur, & étoit faite d'un fer de 5 à 6 pouces de tour, les autres plus petites; on passoit la pièce à rompre dans la boucle de fer, les grosses boucles servoient pour les grosses pièces, & les petites boucles pour

les barreaux. Chaque boucle, à la partie ſupérieure, avoit intérieurement une arête; elle étoit faite pour empêcher la boucle de s'incliner, & auſſi pour faire voir la largeur du fer qui portoit ſur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle quarrée, on avoit forgé deux crochets de fer de même groſſeur que le fer de la boucle; ces deux crochets ſe ſéparoient, & formoient une boucle ronde d'environ 9 pouces de diamètre, dans laquelle on mettoit une clef de bois de même groſſeur & de 4 pieds de longueur. Cette clef portoit une forte table de 14 pieds de longueur, ſur ſix pieds de largeur, qui étoit faite de ſolives de 5 pouces d'épaiſſeur, miſes les unes contre les autres, & retenues par de fortes barres: on la ſuſpendoit à la boucle par le moyen de la groſſe clef de bois, & elle ſervoit à placer les poids qui conſiſtoient en trois cents quartiers de pierre, taillés & numérotés, qui peſoient chacun 25, 50, 100, 150 & 200 livres; on portoit ces pierres ſur la table, & on bâtiſſoit un maſſif de pierres large & long comme la table, & auſſi haut qu'il étoit néceſſaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que cela étoit aſſez ſimple pour pouvoir en donner l'idée nette ſans le ſecours d'une figure.

On avoit ſoin de mettre de niveau la pièce & les tréteaux que l'on cramponnoit, afin de les empêcher de reculer; huit hommes chargeoient continuellement la table, & commençoient par placer au centre les poids de 200 livres, enſuite ceux de 150, ceux de

100, ceux de 50, & enfin au-dessus ceux de 25 livres. Deux hommes portés par un échaffaud suspendu en l'air par des cordes, plaçoient les poids de 50 & 25 livres, qu'on n'auroit pu arranger depuis le bas sans courir risque d'être écrasé, quatre autres hommes appuyoient & soutenoient les quatre angles de la table, pour l'empêcher de vaciller, & pour la tenir en équilibre; un autre, avec une longue règle de bois, observoit combien la pièce plioit à mesure qu'on la chargeoit, & un autre marquoit le temps & écrivoit la charge, qui souvent s'est trouvée monter à 20, 25 & jusqu'à près de 28 milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que solives, sans compter 300 barreaux; & ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force du bois, pour toutes les grosseurs & longueurs; j'en ai dressé une Table que je donne à la fin de ce Mémoire; si on la compare avec celles de M. Musschenbroeck & des autres Physiciens qui ont travaillé sur cette matiere, on verra combien leurs résultats sont différens des miens.

Afin de donner d'avance une idée juste de cette opération par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnoître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences, par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de 5 pieds de circonférence, je l'ai fait amener & travailler

le même jour par des charpentiers ; le lendemain, les menuisiers l'ont réduit à 8 pouces d'équarrissage & à 12 pieds de longueur. Ayant examiné avec soin cette pièce, je jugeai qu'elle étoit fort bonne, elle n'avoit d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le surlendemain, j'ai fait peser cette pièce, son poids se trouva être de 409 livres ; ensuite l'ayant passée dans la boucle de fer, & ayant tourné en haut la face où étoit le petit nœud, je fis disposer la pièce de niveau sur les tréteaux, elle portoit de 6 pouces sur chaque tréteau ; cette portée de 6 pouces étoit celle des pièces de 12 pieds ; celles de 24 pieds portoient de 12 pouces, & ainsi des autres, qui portoient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur : ayant ensuite fait glisser la boucle de fer jusqu'au milieu de la pièce, on souleva à force de leviers la table qui, seule avec les boucles & la clef, pesoit 2500. On commença à trois heures cinquante-six minutes : huit hommes chargeoient continuellement la table ; à 5 heures trente-neuf minutes, la pièce n'avoit encore plié que de 2 pouces, quoique chargée de 16 milliers ; à 5 heures quarante-cinq minutes, elle avoit plié de 2 pouces $\frac{1}{2}$, & elle étoit chargée de 18500 livres ; à cinq heures cinquante-une minutes, elle avoit plié de 3 pouces, & étoit chargée de 21 milliers ; à six heures une minute, elle avoit plié de 3 pouces $\frac{1}{2}$, & elle étoit chargée de 23625 livres ; dans cet instant, elle fit un éclat comme un coup de pistolet ; aussitôt on discontinua de charger, & la pièce plia d'un demi-pouce de

plus, c'est-à-dire, de 4 pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, & il en sortoit par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de 7 pouces, avant que de rompre absolument, & supporta, pendant tout ce temps, la charge de 23625 livres. Une partie des fibres ligneuses étoit coupée net comme si on l'eût sciée, & le reste s'étoit rompu en se déchirant, en se tirant & laissant des intervalles à-peu-près comme on en voit entre les dents d'un peigne: l'arête de la boucle de fer qui avoit 3 lignes de largeur, & sur laquelle portoit toute la charge, étoit entrée d'une ligne & demie dans le bois de la pièce, & avoit fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres, & le petit nœud qui étoit à la face supérieure, n'avoit point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celle-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes. J'en ai fait sur des pièces de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, & 28 pieds de longueur & de toutes grosseurs, depuis 4 jusqu'à 8 pouces d'équarrissage, & j'ai toujours pour une même longueur & grosseur fait rompre trois ou quatre pièces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La premiere remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche; le bois verd casse plus difficilement que le bois sec; & en général le bois qui

a du reſſort, réſiſte beaucoup plus que celui qui n'en a pas : l'aubier, le bois des branches, celui du ſommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune eſt moins fort que le bois plus âgé. La force du bois n'eſt pas proportionnelle à ſon volume ; une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur, eſt beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la premiere ; par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de 10 pieds de longueur & de 4 pouces d'équarriſſage, & il en faut dix pour rompre une pièce double ; il faut vingt-ſix milliers pour rompre une pièce quadruple, c'eſt-à-dire, une pièce de 10 pieds de longueur ſur 8 pouces d'équarriſſage. Il en eſt de même pour la longueur ; il ſemble qu'une pièce de 8 pieds & de méme groſſeur qu'une pièce de 16 pieds, doit par les règles de la mécanique, porter juſte le double ; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrois donner les raiſons phyſiques de tous ces faits, mais je me borne à donner des faits ; le bois qui, dans le même terrein, croît le plus vîte, eſt le plus fort ; celui qui a crû lentement, & dont les cercles annuels, c'eſt-à-dire, les couches ligneuſes ſont minces, eſt plus foible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois eſt proportionnelle à ſa peſanteur, de ſorte qu'une pièce de même longueur & groſſeur, mais plus peſante qu'une autre pièce, ſera auſſi plus forte à-peu-près en même raiſon. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différens pays

& de différens terreins, & étend infiniment l'utilité de mes expériences ; car lorsqu'il s'agira d'une construction importante ou d'un ouvrage de conséquence, on pourra aisément, au moyen de ma Table, & en pesant les pièces, ou seulement des échantillons de ces pièces, s'assurer de la force du bois qu'on emploie, & on évitera le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matiere, que souvent on prodigue mal-à-propos, & que quelquefois on ménage avec encore moins de raison.

On seroit porté à croire qu'une pièce qui, comme dans mes expériences, est posée librement sur deux tréteaux, doit porter beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts, & infixée dans une muraille, comme sont les poutres & les solives d'un bâtiment; mais si l'on fait réflexion qu'une pièce que je suppose de 24 pieds de longueur, en baissant de 6 pouces dans son milieu, ce qui est souvent plus qu'il n'en faut pour la faire rompre, ne hausse en même temps que d'un demi-pouce à chaque bout, & que même elle ne hausse guere que de 3 lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille, souvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hausser ; on verra bien que mes expériences s'appliquent à la position ordinaire des poutres dans un bâtiment : la force qui les fait rompre en les obligeant de plier dans le milieu & de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres & des mortiers qui cédent & se dégradent aisément ;

&

& je puis assuter, après l'avoir éprouvé, que la différence de force d'une pièce posée sur deux appuis & libre par les bouts, & de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancres de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille, on augmente considérablement sa force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats. J'avouerai même de plus, que si cette pièce étoit invinciblement retenue & inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matiere inflexible & parfaitement dure, il faudroit une force presque infinie pour la rompre; car on peut démontrer que pour rompre une pièce ainsi posée, il faudroit une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois debout, qu'on tireroit ou qu'on presseroit suivant sa longueur.

Dans les bâtimens & les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur & en différens points, au lieu que dans mes expériences toute la charge est réunie dans un seul point au milieu; cela fait une différence considérable, mais qu'il est aisé de déterminer au juste; c'est une affaire de calcul que tout constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du

temps sur la résistance du bois, & pour reconnoître combien il diminue de sa force, j'ai choisi quatre pièces de 18 pieds de longueur, sur 7 pouces de grosseur; j'en ai fait rompre deux, qui en nombres ronds, ont porté neuf milliers chacune pendant une heure : j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement, c'est-à-dire, des deux tiers de la premiere charge, & je les ai laissé ainsi chargées, résolu d'attendre l'événement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois & vingt-cinq jours, & l'autre au bout de six mois & dix-sept jours. Après cette expérience, je fis travailler deux autres pièces toutes pareilles, & je ne les fis charger que de la moitié, c'est-à-dire, de 4500 livres; je les ai tenu pendant plus de deux ans ainsi chargées, elles n'ont pas rompu, mais elles ont plié assez considérablement. Ainsi, dans des bâtimens qui doivent durer long-temps, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre; & il n'y a que dans des cas pressans & dans des constructions qui ne doivent pas durer, comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée, ou un échaffaud pour secourir ou assaillir une ville, qu'on peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avoient des défauts, & que je n'ai compris dans ma Table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé, les nœuds, le fil tranché & les autres défauts du bois sont assez aisés à voir;

mais il eſt difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce; il eſt sûr qu'ils la diminuent beaucoup, & j'ai trouvé un moyen d'eſtimer à-peu-près la diminution de force cauſée par un nœud. On ſait qu'un nœud eſt une eſpèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois, on peut même connoître à-peu-près, par le nombre des cercles annuels qu'il contient, la profondeur à laquelle il pénètre; j'ai fait faire des trous en forme de cône & de même profondeur dans des pièces qui étoient ſans nœuds, & j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure; j'ai fait rompre ces pièces, & j'ai reconnu par-là combien les nœuds ôtent de force au bois, ce qui eſt beaucoup au-delà de ce qu'on pourroit imaginer : un nœud qui ſe trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face inférieure, & ſurtout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai auſſi eſſayé de reconnoître, par pluſieurs expériences, la diminution de force cauſée par le fil tranché du bois. Je ſuis obligé de ſupprimer les réſultats de ces épreuves qui demandent beaucoup de détail : qu'il me ſoit permis cependant de rapporter un fait qui paroîtra ſingulier, c'eſt qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la conſtruction des vaiſſeaux, des dômes, &c. j'ai trouvé qu'elles réſiſtent davantage en oppoſant à la charge le côté concave ; on imagineroit d'abord le contraire, & on penſeroit qu'en oppoſant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devroit réſiſter davantage; cela ſeroit vrai pour une pièce

dont les fibres longitudinales feroient courbes naturellement, c'eſt-à-dire, pour une pièce courbe dont le fil du bois feroit continu & non tranché ; mais, comme les pièces courbes dont je me fuis fervi, & preſque toutes celles dont on ſe ſert dans les conſtructions, font priſes dans un arbre qui a de l'épaiſſeur, la partie intérieure de ces couches eſt beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, & par conſéquent elle réſiſte moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il ſembleroit que des épreuves faites avec tant d'appareil & en ſi grand nombre, ne devroient rien laiſſer à deſirer, ſurtout dans une matiere auſſi ſimple que celle-ci ; cependant je dois convenir, & je l'avouerai volontiers, qu'il reſte encore bien des choſes à trouver ; je n'en citerai que quelques-unes. On ne connoît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de ſon union tranſverſale, c'eſt-à-dire, quelle force il faut pour rompre, & quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connoît pas la réſiſtance du bois dans des poſition différentes de celle que ſuppoſent mes expériences ; poſitions cependaut aſſez ordinaires dans les bâtimens, & ſur leſquelles il feroit très important d'avoir des règles certaines ; je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une ſeule de leurs extrémités, &c. Mais en partant des réſultats de mon travail, on pourra parvenir aiſément à ces

connoiſſances qui nous manquent. Paſſons maintenant au détail de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étoient la denſité & le poids du bois de chêne dans les différens âges, quelle proportion il y a entre la peſanteur du bois qui occupe le centre, & la peſanteur du bois de la circonférence, & encore entre la peſanteur du bois parfait & celle de l'aubier, &c. M. Duhamel m'a dit qu'il avoit fait des éxpériences à ce ſujet; l'attention ſcrupuleuſe avec laquelle les miennes ont été faites, me donne lieu de croire qu'elles ſe trouveront d'accord avec les ſiennes.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour, & ayant poſé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle autour de ce centre, & enſuite ayant poſé la pointe du compas au milieu de l'épaiſſeur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier; j'ai fait enſuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, & l'autre d'aubier, & les ayant poſés dans les baſſins d'une bonne balance hydroſtatique, & qui penchoit ſenſiblement à un quart de grain, je les ai ajuſtés en diminuant peu-à-peu le plus peſant des deux; & lorſqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai peſés, ils peſoient également chacun 371 grains; les ayant enſuite peſés ſéparément dans l'eau, où je ne fis que les plonger un moment, j'ai trouvé que le morceau de cœur perdoit dans l'eau 317 grains, & le morceau d'aubier 344 des mêmes grains. Le peu de temps qu'ils demeurerent dans l'eau, rendit inſenſi-

ble la différence de leur augmention de volume par l'imbibition de l'eau, qui est très différente dans le cœur du chêne & dans l'aubier.

Le même jour, j'ai fait faire deux autres cylindres, l'un de cœur & l'autre d'aubier de chêne, tirés d'un autre bloc, pris dans un arbre à-peu-près de même âge que le premier & à la même hauteur de terre; ces deux cylindres pesoient chacun 1978 grains, le morceau de cœur de chêne perdit dans l'eau 1635 grains, & le morceau d'aubier 1784. En comparant cette expérience avec la premiere, on trouve que le cœur de chêne ne perd, dans cette seconde expérience, que 307 ou environ, sur 371, au lieu de 317 $\frac{1}{2}$, & de même que l'aubier ne perd sur 371 grains que 330, au lieu de 344, ce qui est à-peu-près la même proportion entre le cœur & l'aubier: la différence réelle ne vient que de la densité différente tant du cœur que de l'aubier du second arbre, dont tout le bois en général étoit plus solide & plus dur que le bois du premier.

Trois jours après, j'ai pris dans un des morceaux d'un autre chêne abattu le même jour que les précédens, trois cylindres, l'un au centre de l'arbre, l'autre à la circonférence du cœur, & le troisième à l'aubier, qui pesoient tous trois 975 grains dans l'air; & les ayant pesés dans l'eau, le bois du centre perdit 873 grains, celui de la circonférence du cœur perdit 906, & l'aubier 938 grains. En comparant cette troisième expérience avec les deux précédentes, on trouve que 371 grains

du cœur du premier chêne perdant 317 grains ½, 371 grains du cœur du second chêne auroient dû perdre 332 grains à-peu-près ; & de même que 371 grains d'aubier du premier chêne perdant 344 grains, 371 grains du second chêne auroient dû perdre 330 grains, & 371 grains de l'aubier du troisième chêne auroient dû perdre 356 grains, ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la premiere proposition ; la différence réelle de la perte, tant du cœur que de l'aubier de ce troisième chêne, venant de ce que son bois étoit plus léger & un peu plus sec que celui des deux autres. Prenant donc la mesure moyenne entre ces trois différens bois de chêne, on trouve que 371 grains de cœur, perdent dans l'eau 319 grains ½ de leur poids, & que 371 grains d'aubier perdent 343 grains de leur poids ; donc le volume du cœur de chêne est au volume de l'aubier : : 319 ⅓ : 343, & les masses : : 343 : 319 ⅓, ce qui fait environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur & de l'aubier.

J'avois choisi, pour faire cette troisième expérience, un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avoient paru assez égales dans leur épaisseur, & j'enlevai mes trois cylindres, de telle façon que le centre de mon cylindre du milieu, qui étoit pris à la circonférence du cœur, étoit également éloigné du centre de l'arbre où j'avois enlevé mon premier cylindre de cœur, & du centre du cylindre d'aubier ; par là, j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à-peu-près en pro-

gression arithmétique; car la perte du cylindre du centre étant 873, & celle du cylindre d'aubier étant 938, on trouvera en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres, que le bois de la circonférence du cœur doit perdre 905 ½, &, par l'expérience, je trouve qu'il a perdu 906; ainsi, le bois depuis le centre jusqu'à la derniere circonférence de l'aubier, diminue de densité en progression arithmétique.

Je me suis assuré, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de pesanteur du bois dans sa longueur; le bois du pied d'un arbre pese plus que le bois du tronc au milieu de sa hauteur; & celui de ce milieu pèse plus que le bois du sommet, & cela à-peu-près en progression arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement; mais il vient un temps où le bois du centre & celui de la circonférence du cœur pèsent à-peu-près également, & c'est le temps auquel le bois est dans sa perfection.

Les expériences ci-dessus ont été faites sur des arbres de soixante ans, qui croissoient encore, tant en hauteur qu'en grosseur; & les ayant répétées sur des arbres de quarante-six ans, & encore sur des arbres de trente-trois ans, j'ai toujours trouvé que le bois du centre à la circonférence, & du pied de l'arbre au sommet, diminuoit de pesanteur à-peu-près en progression arithmétique.

Mais, comme je viens de l'observer, dès que les arbres cessent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans

le tronc d'un arbre d'environ cent ans, trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois pesoient 2004 grains dans l'air; celui du centre perdit dans l'eau 1713 grains, celui de la circonférence du cœur 1718 grains, & celui de l'aubier 1779 grains.

Par une seconde épreuve, j'ai trouvé que de trois autres cylindres, pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent dix ans, & qui pesoient dans l'air 1122 grains, celui du centre perdit 1002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, & celui de l'aubier 1023 grains. Cette expérience prouve que le cœur n'étoit plus la partie la plus solide de l'arbre, & elle prouve en même temps que l'aubier est plus pesant & plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que dans les différens climats, dans les différens terreins, & même dans le même terrein, cela varie prodigieusement, & qu'on peut trouver des arbres situés assez heureusement pour prendre encore de l'accroissement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans; ceux-ci font une exception à la règle, mais en général il est constant que le bois augmente de pesanteur jusqu'à un certain âge dans la proportion que nous avons établie; qu'après cet âge, le bois des différentes parties de l'arbre devient à-peu-près d'égale pesanteur, & c'est alors qu'il est dans sa perfection; & enfin que sur son déclin le centre de l'arbre venant à s'obstruer, le bois du cœur se desséche faute de nourriture

suffisante, & devient plus léger que le bois de la circonférence à proportion de la profondeur, de la différence du terrein & du nombre des circonstances qui peuvent prolonger ou raccourcir le temps de l'accroissement des arbres.

Ayant reconnu, par les expériences précédentes, la différence de la densité du bois dans les différens âges & dans les différens états où il se trouve, avant que d'arriver à sa perfection, j'ai cherché quelle étoit la différence de la force, aussi dans les mêmes différens âges; & pour cela j'ai fait tirer du centre de plusieurs arbres, tous de même âge, c'est-à-dire, d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi quatre qui étoient les plus parfaits; ils pesoient,

1er	2me	3me	4me barreau.
onces.	onces.	onces.	onces.
$26\frac{31}{32}$..	$26\frac{18}{32}$..	$26\frac{16}{32}$..	$26\frac{15}{32}$..

Ils ont rompu sous la charge de

301 l...	289 l...	272 l..	272 l.

Ensuite j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur & de même équarrissage, c'est-à-dire, de 3 pieds sur 1 pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits; ils pesoient:

1er	2me	3me	4me
onces.	onces.	onces.	onces.
$25\frac{26}{32}$.	$25\frac{20}{32}$.	$25\frac{14}{32}$.	$25\frac{11}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

262 l.	258 l.	255 l.	253 l.

Et de même ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils peſoient :

1er	2me	3me	4me.
onces.	onces.	onces.	onces.
$25\frac{35}{32}$...	$24\frac{31}{32}$...	$24\frac{26}{32}$...	$24\frac{24}{32}$.

Ils ont rompu ſous la charge de

248 l.	242 l.	241 l.	250 l.

Ces épreuves me firent ſoupçonner que la force du bois pourroit bien être proportionnelle à ſa peſanteur, ce qui s'eſt trouvé vrai, comme on le verra par la ſuite de ce Mémoire. J'ai répété les mêmes expériences ſur des barreaux de 2 pieds, ſur d'autres de 18 pouces de longueur & d'un pouce d'équarriſſage. Voici le réſultat de ces expériences.

BARREAUX DE DEUX PIEDS (*a*).

Poids.

	1er	2me	3me	4me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre.	$17\frac{2}{32}$...	$16\frac{31}{32}$....	$16\frac{24}{32}$....	$16\frac{21}{32}$.
Circonf.	$15\frac{28}{32}$...	$15\frac{1}{32}$...	$15\frac{7}{32}$....	$15\frac{16}{32}$.
Aubier.	$14\frac{27}{32}$...	$14\frac{26}{32}$...	$14\frac{24}{32}$....	$14\frac{22}{32}$.

Charges.

Centre.	439 l.	428 l.	415 l.	405 l.
Circonf.	356...	350...	346...	346.
Aubier.	340...	334...	325...	316.

(*a*) Il faut remarquer que comme l'arbre étoit aſſez gros, le bois de la circonférence étoit beaucoup plus éloigné du bois du centre que de celui de l'aubier.

BARREAUX DE DIX-HUIT POUCES.

Poids.

	1er onces.	2me onces.	3me onces.	4me. onces.
Centre.	$13\frac{10}{32}$...	$13\frac{6}{32}$...	$13\frac{4}{32}$...	13.
Circonf.	$12\frac{16}{32}$...	$12\frac{13}{32}$...	$12\frac{8}{32}$...	$12\frac{4}{32}$.
Aubier...	$11\frac{27}{32}$...	$11\frac{23}{32}$...	$11\frac{18}{32}$...	$11\frac{16}{32}$.

Charges.

Centre...	488 l.	486 l.	478 l.	477 l.
Circonf..	460...	451...	443...	441.
Aubier...	439...	438...	428...	428.

BARREAUX D'UN PIED.

Poids.

	1er onces.	2me onces.	3me onces.	4me onces.
Centre...	$8\frac{19}{32}$...	$8\frac{19}{32}$...	$8\frac{16}{32}$...	$8\frac{15}{32}$.
Circonf.	$8\frac{1}{32}$...	$7\frac{22}{32}$...	$7\frac{20}{32}$...	$7\frac{20}{32}$.
Aubier...	$7\frac{10}{32}$	$7\frac{2}{32}$...	7.......	$6\frac{28}{32}$.

Charges.

Centre...	764 l.	761 l.	750 l.	751 l.
Circonf.	721...	700...	693...	698.
Aubier...	668...	652...	651...	643.

En comparant toutes ces expériences, on voit que la force du bois ne suit pas bien exactement la même proportion que sa pe-

ſanteur ; mais on voit toujours que cette peſanteur diminue comme dans les premieres expériences, du centre à la circonférence. On ne doit pas s'étonner de ce que ces expériences ne ſont pas ſuffiſantes pour juger exactement de la force du bois ; car les barreaux tirés du centre de l'arbre ſont autrement compoſés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier ; & je ne fus pas long-temps ſans m'appercevoir que cette différence dans la poſition, tant des couches ligneuſes que des cloiſons qui les uniſſent, devoit influer beaucoup ſur la réſiſtance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme & la ſituation des couches ligneuſes dans les différens barreaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre, je vis que les barreaux tirés du centre contenoient dans le milieu un cylindre de bois rond, & qu'ils n'étoient tranchés qu'aux arêtes ; je vis que ceux de la circonférence du cœur formoient des plans preſque parallèles entr'eux avec une courbure aſſez ſenſible, & que ceux de l'aubier étoient preſque abſolument parallèles avec une courbure inſenſible. J'obſervai de plus que le nombre des couches ligneuſes varioit très conſidérablement dans les différens barreaux, de ſorte qu'il y en avoit qui ne contenoient que ſept couches ligneuſes, & d'autres en contenoient quatorze dans la même épaiſſeur d'un pouce. Je m'apperçus auſſi que la poſition de ces couches ligneuſes, & le ſens où elles ſe trouvoient lorſqu'on faiſoit rompre le bar-

reau, devoient encore faire varier leur résistance, & je cherchai les moyens de connoître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de trois pieds de longueur, sur un pouce & demi d'équarrissage; chacun de ces deux barreaux contenoit quatorze couches ligneuses presque parallèles entr'elles. Le premier pesoit 3 livres 2 onces $\frac{1}{8}$, & le second 3 livres 2 onces $\frac{1}{2}$. J'ai fait rompre ces deux barreaux en les exposant de façon que, dans le premier, les couches ligneuses se trouvoient posées horizontalement, & dans le second elles étoient situées verticalement. Je prévoyois que cette derniere position devoit être avantageuse; & en effet, le premier rompit sous la charge de 832 livres, & le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai de même fait tirer plusieurs petits barreaux d'un pouce d'équarrissage, sur un pied de longueur; l'un de ces barreaux qui pesoit 7 onces $\frac{30}{32}$, & contenoit douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 784 livres; l'autre qui pesoit 8 onces, & contenoit aussi douze couches ligneuses posées verticalement, n'a rompu que sous 860 livres.

Des deux autres pareils barreaux, dont le premier pesoit 7 onces, & contenoit huit couches ligneuses; & le second 7 onces $\frac{10}{32}$, & contenoit aussi huit couches ligneuses; le premier dont les couches ligneuses étoient

posées horizontalement, a rompu sous 778 livres; & l'autre, dont les couches étoient posées verticalement, a rompu sous 828 livres.

J'ai de même fait tirer des barreaux de deux pieds de longueur, sur un pouce & demi d'équarrissage. L'un de ces barreaux qui pesoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{16}$, & contenoit douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 1217 livres; & l'autre qui pesoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{8}$, & qui contenoit aussi douze couches ligneuses, a rompu sous 1294 livres.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une solive résiste bien davantage lorsque les couches ligneuses qui le composent sont situées perpendiculairement; elles prouvent aussi que plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux positions opposées est considérable. Mais, comme je n'étois pas encore pleinement satisfait à cet égard, j'ai fait la même expérience sur des planches mises les unes contre les autres; & je les rapporterai dans la suite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des temps de mon travail, parce qu'il me paroît plus naturel de donner les choses comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont servi à me guider pour celles qui doivent suivre; elles m'ont appris qu'il y a une différence considérable entre la pesanteur & la force du bois dans un même arbre, selon que ce

bois est pris au centre ou à la circonférence de l'arbre ; elles m'ont fait voir que la situation des couches ligneuses faisoit varier la résistance de la même pièce de bois. Elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuses influe sur la force du bois, & dès-lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent sur cette matiere, sont insuffisantes pour déterminer la force du bois ; car toutes ces tentatives ont été faites sur des petites pièces d'un pouce ou un pouce & demi d'équarrissage, & on a fondé sur ces expériences le calcul des tables qu'on nous a données pour la résistance des poutres, solives & pièces de toute grosseur & longueur, sans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-dessus.

Après ces premieres connoissances de la force du bois, qui ne sont encore que des notions assez peu complètes, j'ai cherché à en acquérir de plus précises ; j'ai voulu m'assurer d'abord si de deux morceaux de bois de même longueur & de même figure, mais dont le premier étoit double du second pour la grosseur ; le premier avoit une résistance double, & pour cela j'ai choisi plusieurs morceaux, pris dans les mêmes arbres & à la même distance du centre, ayant le même nombre d'années, situés de la même façon, avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris à la même distance du centre d'un arbre, quatre morceaux de bois parfait, chacun de 2 pouces d'équarrissage, sur 18

pouces de longueur; ces quatre morceaux ont rompu ſous 3226, 3062, 2983 & 2890 livres, c'eſt-à-dire, ſous la charge moyenne de 3040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de 17 lignes, foibles d'équarriſſage, ſur la même longueur, ce qui fait à très peu près la moitié de groſſeur des quatre premiers morceaux, & j'ai trouvé qu'ils ont rompu ſous 1304, 1274, 1331, 1198 livres, c'eſt-à-dire, au pied moyen, ſous 1252 livres. Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarriſſage, ſur la même longueur de 18 pouces, ce qui fait le quart de groſſeur des premiers, & j'ai trouvé qu'ils ont rompu ſous 526, 517, 500, 496 livres, c'eſt-à-dire, au pied moyen, ſous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'eſt pas proportionnelle à ſa groſſeur, car ces groſſeurs étant 1, 2, 4, les charges devroient être 510, 1020, 2040, au lieu qu'elles ſont en effet 510, 1252, 3040, ce qui eſt fort différent, comme l'avoient déjà remarqué quelques Auteurs qui ont écrit ſur la réſiſtance des ſolides.

J'ai pris de même pluſieurs barreaux d'un pied, de 18 pouces, de 2 pieds & de 3 pieds de longueur, pour reconnoître ſi les barreaux d'un pied porteroient une fois autant que ceux de 2 pieds, & pour m'aſſurer ſi la réſiſtance des pièces diminue juſtement dans la même raiſon que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied ſupporterent au pied moyen 765 livres; ceux de 18 pouces, 500 livres; ceux de 2 pieds, 369 livres; & ceux de 3 pieds, 230 livres. Cette expé-

rience me laiſſa dans le doute, parce que les charges n'étoient pas fort différentes de ce qu'elles devoient être; car au lieu de 765, 500, 369 & 230, la règle du levier demandoit 765, 510 $\frac{1}{2}$, 382 & 255 livres, ce qui ne s'éloigne pas aſſez pour pouvoir conclure que la réſiſtance des pièces de bois ne diminue pas en même raiſon que leur longueur augmente; mais d'un autre côté cela s'éloigne aſſez pour qu'on ſuſpende ſon jugement; & en effet, on verra par la ſuite que l'on a ici raiſon de douter.

J'ai enſuite cherché quelle étoit la force du bois, en ſuppoſant la pièce inégale dans ſes dimenſions, par exemple, en la ſuppoſant d'un pouce d'épaiſſeur, ſur 1 pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, & en la plaçant ſur l'une & enſuite ſur l'autre de ces dimenſions; & pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de 18 pouces de longueur, ſur 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'une face, & ſur 1 pouce de l'autre face; ces quatre barreaux poſés ſur la face d'un pouce ont ſupporté au pied moyen 723 livres, & quatre autres barreaux tous ſemblables, poſés ſur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, ont ſupporté au pied moyen 935 livres $\frac{1}{2}$. Quatre barreaux de bois parfait, poſés ſur la face d'un pouce, ont ſupporté au pied moyen 775, & ſur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, 998 livres. Il faut toujours ſe ſouvenir que, dans ces expériences, j'avois ſoin de choiſir des morceaux de bois à-peu-près de même peſanteur, & qui contenoient le même nombre de couches ligneuſes poſées du même ſens.

Avec toutes ces précautions & toute l'at-

tention que je donnois à mon travail, j'avois souvent peine à me satisfaire ; je m'appercevois quelquefois d'irrégularités & de variations qui dérangeoient les conséquences que je voulois tirer de mes expériences, & j'en ai plus de mille rapportées sur un registre, que j'ai faites à plusieurs desseins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, & qui m'ont laissé dans une incertitude manifeste à bien des égards. Comme toutes ces expériences se faisoient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce $\frac{1}{2}$ ou de 2 pouces d'équarrissage, il falloit une attention très scrupuleuse dans le choix du bois, une égalité presque parfaite dans la pesanteur, le même nombre dans les couches ligneuses ; &, outre cela, il y avoit un inconvénient presque inévitable, c'étoit l'obliquité de la direction des fibres, qui souvent rendoit les morceaux de bois tranchés les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche, ce qui diminuoit considérablement la force du barreau ; je ne parle pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très oblique des couches ligneuses, on sent bien que tous ces morceaux étoient rejetés sans se donner la peine de les mettre à l'épreuve ; enfin de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites sur des petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien d'assuré que les résultats que j'ai donnés ci-dessus, & je n'ai pas cru devoir hasarder d'en tirer des conséquences générales pour faire des tables sur la résistance du bois.

Ces considérations & les regrets des pei-

nes perdues me déterminerent à entreprendre de faire des expériences en grand; je voyois clairement la difficulté de l'entreprise, mais je ne pouvois me résoudre à l'abandonner, & heureusement j'ai été beaucoup plus satisfait que je ne l'espérois d'abord.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

J'AI fait abattre un chêne de 3 pieds de circonférence, & d'environ 25 pieds de hauteur; il étoit droit & sans branches jusqu'à la hauteur de 15 à 16 pieds; je l'ai fait scier à 14 pieds, afin d'éviter les défauts du bois causés par l'éruption des branches, & ensuite j'ai fait scier par le milieu cette pièce de 14 pieds, cela m'a donné deux pièces de 7 pieds chacune; je les ai fait équarrir le lendemain par des charpentiers, & le surlendemain je les ai fait travailler à la varlope par des menuisiers, pour les réduire à 4 pouces juste d'équarrissage; ces deux pièces étoient fort saines & sans aucun nœud apparent; celle qui provenoit du pied de l'arbre pesoit 60 livres, celle qui venoit du dessus du tronc pesoit 56 livres; on employa à charger la premiere vingt-neuf minutes de temps, elle plia dans son milieu de 3 pouces $\frac{1}{2}$ avant que d'éclater; à l'instant que la pièce eut éclaté, on discontinua de la charger, elle continua d'éclater & de faire beaucoup de bruit pendant vingt-deux minutes; elle baissa dans son milieu de 4 pouces $\frac{1}{2}$, & rompit sous la charge de 5350 livres: la seconde pièce, c'est-à-dire, celle qui prove-

noit de la partie supérieure du tronc, fut chargée en vingt-deux minutes : elle plia dans son milieu de 4 pouces 6 lignes avant que d'éclater ; alors on cessa de la charger, elle continua d'éclater pendant huit minutes, & elle baissa dans son milieu de 6 pouces 6 lignes, & rompit sous la charge de 5275 livres.

II.

DANS le même terrein où j'avois fait couper l'arbre qui m'a servi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un autre presque semblable au premier; il étoit seulement un peu plus élevé, quoiqu'un peu moins gros; sa tige étoit assez droite, mais elle laissoit paroître plusieurs petites branches de la grosseur d'un doigt dans la partie supérieure ; & à la hauteur de 17 pieds, elle se divisoit en deux grosses branches : j'ai fait tirer de cet arbre deux solives de 8 pieds de longueur, sur 4 pouces d'équarrissage, & je les ai fait rompre deux jours après, c'est-à-dire, immédiatement après qu'on les eut travaillées & réduites à la juste mesure; la premiere solive, qui provenoit du pied de l'arbre, pesoit 68 livres, & la seconde tirée de la partie supérieure de la tige, ne pesoit que 63 livres : on chargea cette premiere solive en 15 minutes, elle plia dans son milieu de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater; dès qu'elle eut éclaté, on cessa de charger, la solive continua d'éclater pendant dix minutes, elle baissa dans son milieu de 8 pouces, après quoi elle rompit en faisant

beaucoup de bruit sous le poids de 4600 livres : la seconde solive fut chargée en treize minutes, elle plia de 4 pouces 8 lignes avant que d'éclater, & après le premier éclat, qui se fit à 3 pieds 2 pouces du milieu, elle baissa de 11 pouces en six minutes, & rompit au bout de ce temps, sous la charge de 4500 livres.

III.

Le même jour je fis abattre un troisième chêne voisin des deux autres, & j'en fis scier la tige par le milieu; on en tira deux solives de 9 pieds de longueur chacune, sur 4 pouces d'équarrissage; celle du pied pesoit 77 livres, & celle du sommet 71 livres; & les ayant fait mettre à l'épreuve, la premiere fut chargée en quatorze minutes, elle plia de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & ensuite elle baissa de 7 pouces $\frac{1}{2}$, & rompit sous la charge de 4100 livres; celle du dessus de la tige, qui fut chargée en douze minutes, plia de 5 pouces $\frac{1}{2}$, éclata, ensuite elle baissa jusqu'à 9 pouces, & rompit net sous la charge de 3950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre est plus pesant que le bois du haut de la tige ; elles apprennent aussi que le bois du pied est plus fort & moins flexible que celui du sommet.

IV.

J'ai choisi dans le même canton où j'avois déjà pris les arbres qui m'ont servi aux ex-

périences précédentes, deux chênes de même espèce, de même grosseur, & à-peu-près semblables en tout; leur tige avoit 3 pieds de tour, & n'avoit guere que 11 à 12 pieds de hauteur jusqu'aux premieres branches; je les fis équarrir & travailler tous deux en même temps, & on tira de chacun une solive de 10 pieds de longueur, sur 4 pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesoit 84 livres, & l'autre 82; la premiere rompit sous la charge de 3625 livres, & la seconde sous celle de 3600 livres. Je dois observer ici qu'on employa un temps égal à les charger, & qu'elles éclaterent toutes deux au bout de quinze minutes; la plus légere plia un peu plus que l'autre, c'est-à-dire, de 6 pouces $\frac{1}{2}$, & l'autre de 5 pouces 10 lignes.

V.

J'ai fait abattre dans le même endroit deux autres chênes de 2 pieds 10 à 11 pouces de grosseur, & d'environ 15 pieds de tige, j'en ai fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur & de 4 pouces d'équarrissage; la premiere pesoit 100 livres, & la seconde 98; la plus pesante a rompu sous la charge de 3050 livres, & l'autre sous celle de 2925 livres, après avoir plié dans leur milieu, la premiere jusqu'à 7, & la seconde jusqu'à 8 pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des solives de 4 pouces d'équarrissage; je n'ai pas voulu aller au-delà de la longueur de 12 pieds, parce que dans l'usage

ordinaire les Constructeurs & les Charpentiers n'employent que très rarement des solives de 12 pieds, sur 4 pouces d'équarrissage, & qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de 14 ou 15 pieds de longueur & de quatre pouces de grosseur seulement.

En comparant la différente pesanteur des solives employées à faire les expériences ci-dessus, on trouve par la premiere de ces expériences que le pied cube de ce bois pesoit 74 livres $\frac{4}{7}$, par la seconde 73 livres $\frac{6}{8}$, par la troisième 74, par la quatrième 74 $\frac{7}{10}$, & par la cinquième 74 $\frac{1}{4}$, ce qui marque que le pied cube de ce bois pesoit en nombres moyens 74 livres $\frac{3}{10}$.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de 7 pieds de longueur supportent 5313 livres, celles de 8 pieds 4550, celles de 9 pieds 4025, celles de 10 pieds 3612, & celles de 12 pieds 2987; au lieu que, par les règles ordinaires de la mécanique, celles de 7 pieds ayant supporté 5313 livres, celles de 8 pieds auroient dû supporter 4649 livres, celles de 9 pieds 4121, celles de 10 pieds 3719, & celles de 12 pieds 3099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paroissoit important d'acquérir une certitude entiere sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de 5 pouces d'équarrissage, & de toutes longueurs, depuis 7 pieds jusqu'à 28.

VI

VI.

COMME je m'étois astreint à prendre dans le même terrein tous les arbres que je destinois à mes expériences, je fus obligé de me borner à des pièces de 28 pieds de longueur, n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés; j'en ai choisi deux dont la tige avoit 28 pieds sans grosses branches, & qui en tout avoient plus de 45 à 50 pieds de hauteur; ces chênes avoient à-peu-près 5 pieds de tour au pied; je les ai fait abattre le 14 Mars 1740, & les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain; on tira de chaque arbre une solive de 28 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; je les examinai avec attention pour reconnoître s'il n'y auroit pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu, & je trouvai que ces deux longues pièces étoient fort saines: la premiere pesoit 364 livres, & la seconde 360; je fis charger la plus pesante avec un équipage léger, on commença à deux heures cinquante-cinq minutes; à trois heures, c'est-à-dire, au bout de cinq minutes, elle avoit déjà plié de 3 pouces dans son milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres; à trois heures cinq minutes, elle avoit plié de 7 pouces, & elle étoit chargée de 1000 livres; à trois heures dix minutes, elle avoit plié de 14 pouces sous la charge de 1500 livres; enfin à trois heures douze à treize minutes, elle avoit plié de 18 pouces

& elle étoit chargée de 1800 livres. Dans cet inſtant, la pièce éclata violemment, elle continua d'éclater pendant quatorze minutes, & baiſſa de 25 pouces, après quoi elle rompit net au milieu ſous ladite charge de 1800 livres. La ſeconde pièce fut chargée de la même façon ; on commença à quatre heures cinq minutes, on la chargea d'abord de 500 livres, en cinq minutes elle avoit plié de 5 pouces; dans les cinq minutes ſuivantes, on la chargea encore de 500 livres, elle avoit plié de 11 pouces $\frac{1}{2}$; au bout de cinq autres minutes, elle avoit plié de 18 pouces $\frac{1}{2}$ ſous la charge de 1500 livres; deux minutes après, elle éclata ſous celle de 1750 livres, & dans ce moment elle avoit plié de 22 pouces ; on ceſſa de la charger, elle continua d'éclater pendant ſix minutes, & baiſſa juſqu'à 28 pouces avant que de rompre entièrement ſous cette charge de 1750 livres.

VII.

COMME la plus peſante des deux pièces de l'expérience précédente avoit rompu net dans ſon milieu, & que le bois n'étoit point éclaté ni fendu dans les parties voiſines de la rupture, je penſai que les deux morceaux de cette pièce rompue pourroient me ſervir pour faire des expériences ſur la longueur de 14 pieds; je prévoyois que la partie ſupérieure de cette pièce peſeroit moins & romproit plus aiſément que l'autre morceau qui provenoit de la partie inférieure du tronc; mais en même temps je voyois bien qu'en

prenant le terme moyen entre les réſiſtances de ces deux ſolives, j'aurois un réſultat qui ne s'éloigneroit pas de la réſiſtance réelle d'une pièce de 14 pieds, priſe dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait ſcier le reſte des fibres qui uniſſoient encore les deux parties; celle qui venoit du pied de l'arbre ſe trouva peſer 185 livres, & celle du ſommet 178 livres $\frac{1}{2}$; la premiere fut chargée d'un millier dans les cinq premieres minutes, elle n'avoit pas plié ſenſiblement ſous cette charge; on l'augmenta d'un ſecond millier de livres dans les cinq minutes ſuivantes, ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans ſon milieu; un troiſième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de 2 pouces; un quatrième millier la fit plier juſqu'à 3 pouces $\frac{1}{2}$, & un cinquième millier juſqu'à 5 pouces $\frac{1}{2}$; on alloit continuer à la charger; mais, après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle étoit chargée, il ſe fit un éclat à une des arêtes inférieures, on diſcontinua de charger, les éclats continuerent, & la pièce baiſſa dans le milieu juſqu'à 10 pouces, avant que de rompre entièrement ſous cette charge de 5250 livres; elle avoit ſupporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la ſeconde pièce comme on avoit chargé la premiere, c'eſt-à dire, d'un millier par cinq minutes; le premier millier la fit plier de 3 lignes, le ſecond d'un pouce 4 lignes, le troiſième de 3 pouces, le quatrième de 5 pouces 9 lignes; on chargeoit le cinquième millier lorſque la pièce éclata

tout-à-coup sous la charge de 4650 livres ; elle avoit plié de 8 pouces ; après ce premier éclat, on cessa de charger, la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure, & elle baissa jusqu'à 13 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 4650 livres.

La premiere pièce qui provenoit du pied de l'arbre avoit porté 5250 livres, & la seconde qui venoit du sommet 4650 livres ; cette différence me parut trop grande pour statuer sur cette expérience, c'est pourquoi je crus qu'il falloit réitérer, & je me servis de la seconde pièce de 28 pieds de la sixième expérience ; elle avoit rompu en éclatant à 2 pieds du milieu, du côté de la partie supérieure de la tige ; mais la partie inférieure ne paroissoit pas avoir beaucoup souffert de la rupture, elle étoit seulement fendue de 4 à 5 pieds de longueur, & la fente, qui n'avoit pas un quart de ligne d'ouverture, pénétroit jusqu'à la moitié ou environ de l'épaisseur de la pièce ; je résolus, malgré ce petit défaut, de la mettre à l'épreuve ; je la pesai & je trouvai qu'elle pesoit 183 livres ; je la fis charger comme les précédentes, on commença à midi vingt minutes ; le premier millier la fit plier de près d'un pouce, le second de 2 pouces 10 lignes, le troisième de 5 pouces 3 lignes ; & un poids de 150 livres ajouté aux trois milliers la fit éclater avec grande force ; l'éclat fut rejoindre la fente occasionnée par la premiere rupture, & la pièce baissa de 15 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de

3150 livres. Cette expérience m'apprit à me défier beaucoup des pièces qui avoient été rompues ou chargées auparavant, car il se trouve ici une différence de près de deux milliers sur cinq dans la charge ; & cette différence ne doit être attribuée qu'à la fente de la premiere rupture qui avoit affoibli la pièce.

Etant donc encore moins satisfait, après cette troisième épreuve, que je ne l'étois après les deux premieres, je cherchai dans le même terrein deux arbres dont la tige pût me fournir deux solives de la même longueur de 14 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage ; & les ayant fait couper le 17 mars, je les fis rompre le 19 du même mois ; l'une des pièces pesoit 178 livres & l'autre 176 ; elles se trouverent heureusement fort saines & sans aucun défaut apparent ou caché ; la premiere ne plia point sous le premier millier, elle plia d'un pouce sous le second, de 2 pouces ½ sous le troisième, de 4 pouces ½ sous le quatrième, & de 7 pouces ¼ sous le cinquième ; on la chargea encore de 400 livres, après quoi elle fit un éclat violent, & continua d'éclater pendant vingt-une minutes, elle baissa jusqu'à 13 pouces, & rompit enfin sous la charge de 5400 livres ; la seconde plia un peu sous le premier millier, elle plia d'un pouce 3 lignes sous le second, de 3 pouces sous le troisiéme, de 5 pouces sous le quatrième, & de près de 8 pouces sous le cinquième, 200 livres de plus la firent éclater ; elle continua à faire du bruit & à baisser pendant dix-huit minutes, &

rompit au bout de ce temps sous la charge de 5200 livres. Ces deux premieres expériences me satisfirent pleinement, & je fus alors convaincu que les pièces de 14 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarissage, peuvent porter au moins 5 milliers, tandis que, par la loi du levier, elles n'auroient dû porter que le double des pièces de 28 pieds, c'est-à-dire 3600 livres ou environ.

VIII.

J'AVOIS fait abattre, le même jour, deux autres chênes dont la tige avoit environ 16 à 17 pieds de hauteur sans branches; & j'avois fait scier ces deux arbres en deux parties égales, cela me donna quatre solives de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarissage; de ces quatre solives je fus obligé d'en rebuter une qui provenoit de la partie inférieure de l'un de ces arbres, à cause d'une tare assez considérable; c'étoit un ancien coup de cognée que cet arbre avoit reçu dans sa jeunesse à 3 pieds & demi au-dessus de terre; cette blessure s'étoit recouverte avec le temps, mais la cicatrice n'étoit pas réunie & subsistoit en entier, ce qui faisoit un défaut très considérable; je jugeai donc que cette pièce devoit être rejetée. Les trois autres étoient assez saines & n'avoient aucun défaut; l'une provenoit du pied, & les deux autres du sommet des arbres; la différence de leur poids le marquoit assez, car celle qui venoit du pied pesoit 94 liv., & des deux autres, l'une pesoit 90 livres & l'autre 88

livres & demi. Je les fis rompre toutes trois le même jour, 19 mars, on employa près d'une heure pour charger la premiere ; d'abord on la chargeoit de deux milliers par cinq minutes, on se servit d'un gros équipage qui pesoit seul 2500 livres ; au bout de quinze minutes, elle étoit chargée de sept milliers, elle n'avoit encore plié que de 5 lignes. Comme la difficulté de charger augmentoit, on ne put, dans les cinq minutes suivantes, la charger que de 1500 livres, elle avoit plié de 9 lignes ; mille livres qu'on mit ensuite dans les cinq minutes suivantes, la firent plier d'un pouce 3 lignes, autres mille livres en 5 minutes l'amenerent à 1 pouce 11 lignes, encore mille livres, à 2 pouces 6 lignes ; on continuoit de charger, mais la pièce éclata tout-à-coup & très violemment sous la charge de 11775 livres ; elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baissa jusqu'à 3 pouces 7 lignes, & rompit net au milieu.

La seconde pièce qui pesoit 90 livres, fut chargée comme la premiere, elle plia plus aisément, & rompit au bout de trente-cinq minutes sous la charge de 10950 livres ; mais il y avoit un petit nœud à la surface inférieure qui avoit contribué à la faire rompre.

La troisième pièce qui ne pesoit que 88 livres ½, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit sous la charge de 11275 livres. J'observai qu'elle avoit encore plus plié que les deux autres ; mais on manqua de marquer exactement les quantités

dont ces deux dernieres pièces plierent à mesure qu'on les chargeoit. Par ces trois épreuves, il est aisé de voir que la force d'une pièce de bois de 7 pieds de longueur, qui ne devroit être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, est à-peu-près sextuple.

IX.

POUR suivre plus loin ces épreuves & m'assurer de cette augmentation de force en détail & dans toutes les longueurs es pièces de bois, j'ai fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort lisses, dont la tige portoit plus de 25 pieds sans aucunes grosses branches; j'en ai fait tirer deux solives de 24 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; ces deux pièces étoient fort saines & d'un bois liant qui se travailloit avec facilité. La premiere pesoit 310 livres, & la seconde n'en pesoit que 307; je les ai fait charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes, la premiere a plié de 2 pouces sous une charge de 500 livres, de 4 pouces ½ sous celle d'un millier, de 7 pouces ½ sous 1500 livres, & de près de 11 pouces sous 2000 livres. La pièce éclata sous 2200, & rompit au bout de cinq minutes, après avoir baissé jusqu'à 15 pouces. La seconde pièce plia de 3 pouces, 6 pouces, 9 pouces ½, 13 pouces sous les charges successives & accumulées de 500, 1000, 1500 & 2000 livres, & rompit sous 2125 livres, après avoir baissé jusqu'à 16 pouces.

X

X.

Il me falloit deux pièces de 12 pieds de longueur ſur 5 pouces d'équarriſſage, pour comparer leur force avec celle des pièces de 24 pieds de l'expérience précédente; j'ai choiſi pour cela deux arbres qui étoient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres; je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres; ſavoir, deux de 22 pieds, deux de 20, & quatre de 12 à 13 pieds de hauteur; j'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, & en ayant fait tirer deux ſolives de 12 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage, j'ai été un peu ſurpris de trouver que l'une des ſolives peſoit 156 livres, & que l'autre ne peſoit que 138 livres. Je n'avois pas encore trouvé d'auſſi grandes différences, même à beaucoup près, dans le poids de deux pièces ſemblables; je penſai d'abord, malgré l'examen que j'en avois fait, que l'une des pièces étoit trop forte & l'autre trop foible d'équarriſſage; mais les ayant bien meſurées par-tout avec un trouſſequin de menuiſier, & enſuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étoient parfaitement égales; & comme elles étoient ſaines & ſans aucun défaut, je ne laiſſai pas de les faire rompre toutes deux, pour reconnoître ce que cette différence de poids produiroit. On les chargea toutes deux de la même façon, c'eſt-à-dire, d'un millier

en cinq minutes; la plus pesante plia de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, 1 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{3}{4}$, 4, 5 pouces $\frac{1}{2}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq & trente minutes qu'on employa à la charger, & elle éclata sous la charge de 6050 livres, après avoir baissé jusqu'à 13 pouces avant que de rompre absolument. La moins pesante des deux pièces plia de $\frac{4}{5}$, 1, 2, 3 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{4}$, dans les cinq, dix, quinze, vingt & vingt-cinq minutes, & elle éclata sous la charge de 5225 livres, sous laquelle au bout de 7 à 8 minutes elle rompit entiérement: on voit que la différence est ici à-peu-près aussi grande dans les charges que dans les poids, & que la pièce légere étoit très foible. Pour lever les doutes que j'avois sur cette expérience, je fis tout de suite travailler un autre arbre de 13 pieds de longueur, & j'en fis tirer une solive de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; elle se trouva peser 154 livres, & elle éclata après avoir plié de 5 pouces 9 lignes sous la charge de 6100 livres. Cela me fit voir que les pièces de 12 pieds, sur 5 pouces, peuvent supporter environ 6000 livres, tandis que les pièces de 24 pieds ne portent que 2200, ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2200 qu'elles auroient dû porter par la loi du levier. Il me restoit, pour me satisfaire sur toutes les circonstances de cette expérience, à trouver pourquoi, dans un même terrein, il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est si différent en pesanteur & en résistance; j'allai, pour le découvrir, vi-

ſiter le lieu, & ayant ſondé le terrein auprès du tronc de l'arbre qui avoit fourni la pièce légere, je reconnus qu'il y avoit un peu d'humidité qui ſéjournoit au pied de cet arbre, par la pente naturelle du lieu, & j'attribuai la foibleſſe de ce bois au terrein humide où il étoit crû; car je ne m'apperçus pas que la terre fût d'une qualité différente, & ayant ſondé dans pluſieurs endroits, je trouvai par-tout une terre ſemblable. On verra par l'expérience ſuivante que les différens terreins produiſent des bois qui ſont quelquefois de peſanteur & de force encore plus inégales.

X I.

J'AI choiſi dans le même terrein où je prenois tous les arbres qui me ſervoient à faire mes expériences, un arbre à-peu-près de la même groſſeur que ceux de l'expérience neuvième, & en même temps j'ai cherché un autre arbre à-peu-près ſemblable au premier dans un terrein différent; la terre eſt forte & mêlée de glaiſe dans le premier terrein, & dans le ſecond ce n'eſt qu'un ſable preſque ſans aucun mêlange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une ſolive de 22 pieds, ſur 5 pouces d'équarriſſage; la premiere ſolive, qui venoit du terrein fort, peſoit 281 livres; l'autre, qui venoit du terrein ſablonneux, ne peſoit que 232 livres, ce qui fait une différence de près d'un ſixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus peſante de ces deux pièces, elle plia de 11 pouces 3 lignes avant que d'éclater,

& elle baissa jusqu'à 19 pouces avant que de rompre absolument, elle supporta pendant 18 minutes une charge de 2975 livres; mais la seconde pièce, qui venoit du terrein sablonneux, ne plia que de 5 pouces avant que d'éclater, & ne baissa que de 8 pouces $\frac{1}{2}$ dans son milieu, & elle rompit au bout de 3 minutes sous la charge de 2350 livres, ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la suite quelques autres expériences à ce sujet; mais revenons à notre échelle des résistances, suivant les différentes longueurs.

XII.

De deux solives de 20 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, prises dans le même terrein & mises à l'épreuve le même jour, la premiere qui pesoit 263 livres supporta pendant dix minutes une charge de 3275 livres, & ne rompit qu'après avoir plié dans son milieu de 16 pouces 2 lignes; la seconde solive qui pesoit 259 livres, supporta pendant huit minutes une charge de 3175 livres, & rompit après avoir plié de 20 pouces $\frac{1}{2}$.

XIII.

J'ai ensuite fait faire trois solives de 10 pieds de longueur & du même équarrissage de 5 pouces, la premiere pesoit 132 livres, & a rompu sous la charge de 7225 livres au bout de 20 minutes, & après avoir baissé de 7 pouces $\frac{1}{2}$; la seconde pesoit 130 livres,

elle a rompu aprés vingt minutes ſous la charge de 7050 livres, & elle a baiſſé de 6 pouces 9 lignes; la troiſième peſoit 128 livres ½, elle a rompu ſous la charge de 7100 livres, après avoir baiſſé de 8 pouces 7 lignes, & cela au bout de dix-huit minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 20 pieds, ſur 5 pouces d'équarriſſage, peuvent porter une charge de 3225 livres, & celles de 10 pieds de longueur & dn même équarriſſage de 5 pouces, une charge de 7125 livres, au lieu que par les règles de la mécanique elles n'auroient dû porter que 6450 livres.

XIV.

Ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 18 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage, j'ai trouvé que la premiere peſoit 232 livres, & qu'elle a ſupporté pendant onze minutes une charge de 3750 livres, après avoir baiſſé de 17 pouces, & que la ſeconde, qui peſoit 231 livres, a ſupporté une charge de 3650 livres pendant dix minutes, & n'a rompu qu'après avoir baiſſé de 15 pouces.

X V.

Ayant de même mis à l'épreuve trois ſolives de 9 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage, j'ai trouvé que la premiere, qui peſoit 118 livres, a porté pendant cinquante-huit minutes une charge de

8400 livres, après avoir plié dans son milieu de 6 pouces; la seconde, qui pesoit 116 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 8325 livres, après avoir plié dans son milieu de 5 pouces 4 lignes; & la troisième, qui pesoit 115 livres, a supporté pendant quarante minutes une charge de 8200 livres, & elle a plié de 5 pouces dans son milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 3700 livres, & que celles de 9 pieds portent 8308 livres $\frac{1}{3}$, au lieu qu'elles n'auroient dû porter, selon les règles du levier, que 7400 livres.

XVI.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, la premiere, qui pesoit 209 livres, a porté pendant dix-sept minutes une charge de 4425 livres, & elle a rompu après avoir baissé de 16 pouces; la seconde, qui pesoit 205 livres, a porté pendant 15 minutes une charge de 4275 livres, & elle a rompu après avoir baissé de 12 pouces $\frac{1}{2}$.

XVII.

Et ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, la premiere, qui pesoit 184 livres, porta pendant quarante minutes une charge de 9900 livres, & rompit après avoir baissé

de 5 pouces ; la seconde, qui pesoit 102 livres, porta pendant trente-neuf minutes une charge de 9675 livres, & rompit après avoir plié de 4 pouces 7 lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est 4350 livres, & que celle des pièces de 8 pieds & du même équarrissage, est 9787 $\frac{1}{4}$, au lieu que par la règle du levier, elle devroit être de 8700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très considérablement à mesure que la longueur des pièces augmente ; ou si l'on veut qu'elle augmente beaucoup à mesure que cette longueur diminue, il n'y a qu'à jeter les yeux sur la Table ci-après pour s'en convaincre ; on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds est le double & un neuvième de celle d'une pièce de 20 pieds ; que la charge d'une pièce de 9 pieds est le double & environ le huitième de celle d'une pièce de 18 pieds ; que la charge d'une pièce de 8 pieds est le double & un huitième presque juste de celle d'une pièce de 16 pieds ; que la charge d'une pièce de 7 pieds est le double & beaucoup plus d'un huitième de celle de 14 pieds ; de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces diminue, la résistance augmente, & cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de

l'augmentation de la résistance qui croît de plus en plus à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au-delà de la longueur de 20 pieds, & que les expériences rapportées ci-dessus sur des pièces de 24 & de 28 pieds, prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de 14 pieds, comparée à une pièce de 28, que dans une pièce de 7 pieds, comparée à une pièce de 14; & que de même cette résistance augmente plus que la règle ne le demande, dans une pièce de 12 pieds, comparée à une pièce de 24 pieds; mais il n'y a rien là qui se contrarie, & cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel; c'est que la pièce de 28 pieds & celle de 24 pieds, qui n'ont que 5 pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, & que le poids de la pièce même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre; car il ne faut que 1775 livres pour rompre une pièce de 28 pieds, & cette pièce pèse 362 livres. On voit bien que le poids de la pièce devient dans ce cas une partie considérable de la charge qui la fait rompre; & d'ailleurs ces longues pièces minces pliant beaucoup avant de rompre, les plus petits défauts du bois, & surtout le fil tranché contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il seroit aisé de faire voir qu'une pièce pourroit rompre par son propre poids, & que la longueur qu'il faudroit supposer à cette pièce proportionnellement à sa grosseur, n'est pas à beaucoup près aussi grande

qu'on pourroit l'imaginer ; par exemple, en partant du fait acquis par les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est de 11525, on concluroit tout de suite que la charge d'une pièce de 14 pieds est de 5762 livres ; que celle d'une pièce de 28 pieds est de 2881 ; que celle d'une pièce de 56 pieds est de 1440 livres, c'est-à-dire, la huitième partie de la charge de 7 pieds, parce que la pièce de 56 pieds est huit fois plus longue ; cependant bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1440 livres pour rompre une pièce de 56 pieds, sur 5 pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourroit rompre par son propre poids. Mais ce n'est pas ici le lieu de rapporter les recherches que j'ai faites à ce sujet, & je passe à une autre suite d'expériences sur des pièces de 6 pouces d'équarrissage, depuis 8 pieds jusqu'à 20 pieds de longueur.

XVIII.

J'AI fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage ; l'une de ces solives pesoit 377 livres, & l'autre 375 ; la plus pesante a rompu au bout de douze minutes sous la charge de 5025 livres, après avoir plié de 17 pouces ; la seconde, qui étoit la moins pesante, a rompu en onze minutes sous la charge de 4875 livres, après avoir plié de 14 pouces.

J'ai ensuite mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur sur le même équar-

riſſage de 6 pouces ; la premiere, qui peſoit 188 livres, a ſupporté pendant quarante-ſix minutes une charge de 11475 livres, & n'a rompu qu'en ſe fendant juſqu'à l'une de ſes extrémités, elle a plié de 8 pouces ; la ſeconde, qui peſoit 186 livres, a ſupporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11025 livres, elle a plié de 6 pouces avant que de rompre.

XIX.

Ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 18 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage, la premiere, qui peſoit 334 livres, a porté pendant ſeize minutes une charge de 5625 livres, elle avoit éclaté avant ce temps ; mais je ne pus appercevoir de rupture dans les fibres, de ſorte qu'au bout de deux heures & demie, voyant qu'elle étoit toujours au même point, & qu'elle ne baiſſoit plus dans ſon milieu, où elle avoit plié de 12 pouces 3 lignes, je voulus voir ſi elle pourroit ſe redreſſer, & je fis ôter peu-à-peu tous les poids dont elle étoit chargée ; quand tous les poids furent enlevés, elle ne demeura courbe que de 2 pouces, & le lendemain elle s'étoit redreſſée au point qu'il n'y avoit que 5 lignes de courbure dans ſon milieu. Je la fis recharger tout de ſuite, & elle rompit au bout de quinze minutes ſous une charge de 5475 livres, tandis qu'elle avoit ſupporté le jour précédent une charge plus forte de 250 livres pendant deux heures & demie. Cette expérience s'accorde avec les précédentes, où l'on a vu qu'une

pièce qui a ſupporté un grand fardeau pendant quelque temps, perd de ſa force même ſans avertir & ſans éclater. Elle prouve auſſi que le bois a un reſſort qui ſe rétablit juſqu'à un certain point, mais que ce reſſort étant bandé autant qu'il peut l'être ſans rompre, il ne peut pas ſe rétablir parfaitement. La ſeconde ſolive, qui peſoit 331 livres, ſupporta pendant quatorze minutes la charge de 5500 livres, & rompit après avoir plié de 10 pouces.

Enſuite ayant éprouvé deux ſolives de 9 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 166 livres, ſupporta pendant cinquante-ſix minutes la charge de 13450 livres, & rompit après avoir plié de 5 pouces 2 lignes; la ſeconde, qui peſoit 164 livres $\frac{1}{2}$, ſupporta pendant cinquante-une minutes une charge de 12850 livres, & rompit après avoir plié de 5 pouces.

XX.

J'AI fait rompre deux ſolives de 16 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 294 livres, a ſupporté pendant vingt-ſix minutes une charge de 6250 livres, & elle a rompu après avoir plié de 8 pouces; la ſeconde, qui peſoit 293 livres, a ſupporté pendant vingt-deux minutes une charge de 6475 livres, & elle a rompu après avoir plié de 10 pouces.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 8 pieds de longueur ſur le même équarriſſage de 6 pouces, la premiere ſolive,

qui peſoit 149 livres, ſupporta pendant une heure vingt minutes une charge de 15700 livres, & rompit après avoir baiſſé de 3 pouces 7 lignes; la ſeconde ſolive, qui peſoit 146 livres, porta pendant deux heures cinq minutes une charge de 15350 livres, & rompit après avoir plié dans le milieu de 4 pouces 2 lignes.

XXI.

Ayant pris deux ſolives de 14 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 255 livres, a ſupporté pendant quarante-ſix minutes la charge de 7450 livres, & elle a rompu après avoir plié dans le milieu de 10 pouces; la ſeconde, qui ne peſoit que 254 livres, a ſupporté pendant une heure quatorze minutes la charge de 7500 livres, & n'a rompu qu'après avoir plié de 11 pouces 4 lignes.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 7 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 128 livres, a ſupporté pendant deux heures dix minutes une charge de 19250 livres, & a rompu après avoir plié dans le milieu de 2 pouces 8 lignes; la ſeconde, qui peſoit 126 livres ½, a ſupporté pendant une heure quarante-huit minutes une charge de 18650 livres, elle a rompu après avoir plié de 2 pouces.

XXII.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 12 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'é-

quarrissage; la premiere, qui pesoit 224 livres, a supporté pendant quarante-six minutes la charge de 9200 livres, & a rompu après avoir plié de 7 pouces; la seconde, qui pesoit 221 livres, a supporté pendant cinquante-trois minutes la charge de 9000 livres, & a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes.

J'aurois bien voulu faire rompre des solives de 6 pieds de longueur, pour les comparer avec celles de 12 pieds; mais il auroit fallu un nouvel équipage, parce que celui dont je me servois étoit trop large, & ne pouvoit passer entre les deux treteaux sur lesquels portoient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les résultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage, est le double & beaucoup plus d'un septième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds est le double & beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds est le double & beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; & enfin que la charge d'une pièce de 7 pieds est le double & beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de 14 pieds, sur 6 pouces d'équarrissage; ainsi l'augmentation de la résistance est encore beaucoup plus grande, à proportion, que dans les pièces de 5 pouces d'équarrissage. Voyons maintenant les expériences que

j'ai faites sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage.

XXIII.

J'AI fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la premiere de ces deux solives, qui pesoit 505 livres, a supporté pendant trente-sept minutes une charge de 8550 livres, & a rompu après avoir plié de 12 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesoit 500 livres, a supporté pendant 20 minutes une charge de 8000 livres, & a rompu après avoir plié de 12 pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 10 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la premiere, qui pesoit 254 livres, a supporté pendant deux heures six minutes une charge de 19650 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 7 lignes avant que d'éclater, & baissé de 13 pouces avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesoit 252 livres, a supporté pendant une heure quarante-neuf minutes une charge de 19300 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, & de 9 pouces avant que de rompre entièrement.

XXIV.

J'AI fait rompre deux solives de 18 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la premiere, qui pesoit 454 livres, a supporté pendant une heure huit minutes une charge

de 9450 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 5 pouces 6 lignes avant que d'éclater, & de 12 pouces avant que de rompre; la ſeconde, qui peſoit 450 livres, a ſupporté pendant cinquante-quatre minutes une charge de 9400 livres, & elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & enſuite de 9 pouces 6 lignes avant que de rompre abſolument.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 9 pieds de longueur ſur le même équarriſſage de 7 pouces; la premiere ſolive, qui peſoit 227 livres, a ſupporté pendant deux heures une charge de 22800 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces une ligne avant que d'éclater, & de 5 pouces 6 lignes avant que de rompre abſolument; la ſeconde ſolive, qui peſoit 225 livres, a ſupporté pendant deux heures dix-huit minutes une charge de 21900 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, & de 5 pouces 2 lignes avant que de rompre entièrement.

XXV.

J'AI FAIT rompre deux ſolives de 16 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 406 livres, a ſupporté, pendant quarante-ſept minutes, une charge de 11100 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & de 10 pouces avant que de rompre abſolument; la ſeconde, qui peſoit 403 livres, a ſupporté, pendant cinquante-cinq

minutes, une charge de 10900 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 5 pouces 3 lignes, avant que d'éclater, & de 11 pouces 5 lignes avant que de rompre entiérement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 7 pouces, la premiere, qui pesoit 204 livres, a supporté, pendant trois heures dix minutes, une charge de 26150 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 9 lignes avant que d'éclater, & de 4 pouces avant que de rompre entiérement; la seconde solive, qui pesoit 201 livres $\frac{1}{2}$, a supporté, pendant trois heures quatre minutes, une charge de 25950 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 6 lignes avant que d'éclater, & de 3 pouces 9 lignes avant que de rompre entiérement.

X X V I.

J'AI FAIT rompre deux solives de 14 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la premiere, qui pesoit 351 livres, a supporté, pendant quarante-une minutes, une charge de 13600 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 4 pouces 2 lignes, avant que d'éclater, & de 7 pouces 3 lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesoit aussi 351 livres, a supporté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 12850 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces 9 lignes, avant que d'éclater, & de 8 pouces une ligne avant que de rompre absolument.

Ensuite

Ensuite ayant fait faire deux solives de 7 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage, & ayant mis la premiere à l'épreuve, elle étoit chargée de 28 milliers, lorsque tout-à-coup la machine écroula, c'étoit la boucle de fer qui avoit cassé net dans ses deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer quarré de 18 lignes $\frac{2}{3}$ de grosseur, ce qui fait 348 lignes quarrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont cassé sous ce poids de 28 milliers, qui tiroit perpendiculairement ; cette boucle avoit environ 10 pouces de largeur, sur 13 pouces de hauteur, & elle étoit à très-peu-près de la même grosseur partout. Je remarquai qu'elle avoit cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, & non pas dans les angles, où naturellement j'aurois pensé qu'elle auroit dû rompre ; je remarquai aussi, avec quelque surprise, qu'on pouvoit conclure de cette expérience, qu'une ligne quarrée de fer ne devoit porter que 40 livres ; ce qui me parut si contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences sur la force du fer, que je rapporterai dans la suite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes solives de 7 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impossible de trouver du fer plus gros que celui que j'avois employé, & je fus obligé de me contenter de faire faire une autre boucle, pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait

le reste de mes expériences sur la force du bois.

XXVII.

AYANT MIS à l'épreuve deux solives de 11 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la premiere, qui pesoit 302 livres, a supporté, pendant une heure deux minutes, la charge de 16800 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces 6 lignes avant que de rompre totalement; la seconde solive, qui pesoit 301 livres, a supporté, pendant cinquante-cinq minures, une charge de 15550 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces 4 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces avant que de rompre entierement.

En comparant toutes ces expériences sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage, je trouve que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, est le double & plus d'un sixième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double & près d'un cinquième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double & beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; d'où l'on voit que, non-seulement l'unité qui sert de mesure à l'augmentation de la résistance, & qui est ici le rapport entre la résistance d'une pièce de 10 pieds, & le double de la résistance d'une pièce de 20 pieds; que non-seulement, dis-je, cette unité au-

gmente, mais même que l'augmentation de la réſiſtance accroît toujours, à meſure que les pièces deviennent plus groſſes. On doit obſerver ici que les différences proportionnelles des augmentations de la réſiſtance des pièces de 7 pouces, ſont moindres, en comparaiſon des augmentations de la réſiſtance des pièces de 6 pouces, que celles-ci ne le ſont en comparaiſon de celles de 5 pouces; mais cela doit être, comme on le verra par la comparaiſon que nous ferons des réſiſtances avec les épaiſſeurs des pièces.

Venons enfin à la derniere ſuite de mes expériences ſur des pièces de 8 pouces d'équarriſſage.

XXVIII.

J'ai fait rompre deux ſolives de 20 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 664 livres, a ſupporté, pendant quarante ſept minutes, une charge de 11775 livres, & elle a rompu, après avoir d'abord plié de 6 pouces $\frac{1}{2}$, avant que d'éclater, & de 11 pouces avant que de rompre abſolument; la ſeconde ſolive, qui peſoit 660 livres $\frac{1}{2}$, a ſupporté, pendant quarante-quatre minutes, une charge de 11200 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 6 pouces juſte, avant que d'éclater, & de 9 pouces 3 lignes avant que de rompre entièrement.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage; la premiere, qui peſoit 331 livres, a ſupporté, pendant trois heures

vingt minutes, la charge énorme de 27800 livres, après avoir plié de 3 pouces, avant que d'éclater, & de 5 pouces 9 lignes, avant que de rompre absolument; la seconde pièce, qui pesoit 330 livres, a supporté, pendant quatre heures cinq ou six minutes, la charge de 27700 livres, & elle a rompu, après avoir d'abord plié de 2 pouces 3 lignes, avant que d'éclater, & de 4 pouces 5 lignes, avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant, c'étoit comme autant de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisoient, & ces expériences ont été les plus pénibles & les plus fortes que j'aie faites; il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids, parce que je craignois que la boucle de fer ne cassât sous cette charge de 27 milliers, puisqu'il n'avoit fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avois mesuré la hauteur de cette boucle, avant que de faire ces deux expériences, afin de voir si le fer s'alongeroit par le poids d'une charge si considérable & si approchante de celle qu'il falloit pour la faire rompre; mais, ayant mesuré une seconde fois la boucle, & cela après les expériences faites, je n'ai pas trouvé la moindre différence: la boucle avoit, comme auparavant, 12 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, & les angles étoient aussi droits qu'ils l'étoient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, la premiere, qui pesoit 594 livres, a supporté pendant cinquante-quatre

minutes, la charge de 13500 livres, & elle a rompu après avoir plié de quatre pouces & demi avant que d'éclater, & de 10 pouces 2 lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesoit 593 livres, a supporté, pendant 48 minutes, la charge de 12900 livres, & elle a rompu après avoir plié de 4 pouces une ligne avant que d'éclater, & de 7 pouces 9 lignes avant que de rompre absolument.

XXIX.

J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la premiere de ces solives, qui pesoit 528 livres, a supporté pendant une heure huit minutes la charge de 16800 livres, & elle a plié de 5 pouces 2 lignes avant que d'éclater, & de 10 pouces environ avant que de rompre; la seconde pièce, qui ne pesoit que 524 livres, a supporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 15950 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces 5 lignes avant que de rompre totalement.

Ensuite j'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la premiere, qui pesoit 461 livres, a supporté, pendant une heure vingt-six minutes, une charge de 20050 livres; & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & de 8 pouces & demi, avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesoit 459 livres, a supporté pendant une heure & demie la char-

ge de 19500 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 2 lignes avant que d'éclater, & de 8 pouces avant que de rompre entiérement.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la premiere, qui pesoit 397 livres, a supporté pendant deux heures cinq minutes, la charge de 23900 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces juste avant d'éclater, & de six pouces avant que de rompre; la seconde, qui pesoit 395 livres & demie, a supporté, pendant deux heures quarante-neuf minutes, la charge de 23000 livres, & elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, & 6 pouces 8 lignes avant que de rompre entiérement.

Voilà toutes les expériences qui j'ai faites sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage. J'aurois desiré pouvoir faire rompre des pièces de 9, de 8 & de 7 pieds de longueur & de cette même grosseur de 8 pouces; mais cela me fut impossible parce que je manquois des commodités nécessaires, & qu'il m'auroit fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me suis servi, & sur lesquels, comme on vient de le voir, on mettroit près de 28 milliers en équilibre; car je présume qu'une pièce de 7 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, auroit porté plus de 45 milliers. On verra dans la suite si les conjectures que j'ai faites sur la résistance du bois, pour des dimensions que je n'ai pas éprouvées, sont justes ou non.

Tous les Auteurs qui ont écrit sur la résis-

tance des ſolides en général, & du bois en particulier, ont donné, comme fondamentale la regle ſuivante : *la réſiſtance eſt en raiſon inverſe de la longueur, en raiſon directe de la largeur, & en raiſon doublée de la hauteur.* Cette règle eſt celle de Galilée, adoptée par tous les Mathématiciens, & elle ſeroit vraie pour des ſolides qui ſeroient abſolument inflexibles, & qui romproient tout-à-coup ; mais dans les ſolides élaſtiques, tels que le bois, il eſt aiſé d'appercevoir que cettte règle doit être modifiée à pluſieurs égards. M. Bernouilli a fort bien obſervé que, dans la rupture des corps élaſtiques, une partie des fibres s'allonge, tandis que l'autre partie ſe raccourcit, pour ainſi dire, en refoulant ſur elle-même. Voyez ſon Mémoire, dans ceux de l'Académie, *année* 1705. On voit, par les expériences précédentes, que dans les pièces de même groſſeur, la règle de la réſiſtance de la raiſon inverſe de la longueur, s'obſerve d'autant moins que les pièces ſont plus courtes. Il en eſt tout autrement de la règle de la réſiſtance en raiſon directe de la largeur & du quarré de la hauteur, j'ai calculé la Table ſeptième à deſſein de m'aſſurer de la variation de cette règle ; on voit, dans cette Table, les réſultats des expériences, & au-deſſous les produits que donne cette règle ; j'ai pris pour unités les expériences faites ſur les pièces de 5 pouces d'équarriſſage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre ſur cette dimenſion que ſur les autres. On peut obſerver dans cette Table, que plus les pièces ſont courtes &

plus la règle approche de la vérité, & que dans les plus longues pièces, comme celles de 18 à 20 pieds, elle s'en éloigne; cependant à tout prendre, on peut se servir de la règle générale avec les modifications nécessaires pour calculer la résistance des pièces de bois plus grosses & plus longues que celles dont j'ai éprouvé la résistance; car, en jetant les yeux sur cette même Table, on voit un grand accord entre la règle & les expériences pour les différentes grosseurs, & il règne un ordre assez constant dans les différences, par rapport aux longueurs & aux grosseurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLE DES EXPÈRIENCES

Sur la force du Bois.

PREMIERE TABLE.

Pour les pièces de quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des PIECES.	Poids des PIECES.	CHARGES	TEMPS employé à charger les pièces.	FLÈCHES de la courbure des pièces dans l'instant où elles commencent à rompre.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur. Min.*	*Pouc. Lig.*
7 . .	69 . .	5350 . .	0. 29 .	3. 6. .
	56 . .	5275 . .	0. 22 .	4. 6. .
8 . .	68 . .	4600 . .	0. 15 .	3. 9. .
	63 . .	4500 . .	0. 13 .	4. 8. .
9 . .	77 . .	4100 . .	0. 14 .	4. 10. .
	71 . .	3950 . .	0. 12 .	5. 6. .
10 . .	84 . .	3625 . .	0. 15 .	5. 10. .
	82 . .	3600 . .	0. 15 .	6. 6. .
12 . .	100 . .	3050 . .	0. 0. .	7. 0. .
	98 . .	2925 . .	0. 0. .	7. 0. .

Seconde TABLE. *Pour les pièces de quatre pouces d'équarriss.*

Longueur des PIECES.	Poids des PIECES	CHARGES	Temps depuis le 1er Eclat jusqu'à l'instant de la Rupture.	FLECHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur. min.*	*Pouc. Lig.*
7 . .	94 . .	11775.	0. 58 .	2. 6.
	88 . ½	11275.	0. 53 .	2. 6.
8 . .	104 . .	9900.	0. 40 .	2. 8 .
	102 . .	9675.	0. 39 .	2. 11 .
9 . .	118 . .	8400.	0. 28 .	3. 0 .
	116 . .	8325.	0. 28 .	3. 3 .
	115 . .	8200.	0. 26 .	3. 6 .
10 . .	132 . .	7225.	0. 21 .	3. 2 .
	130 . .	7050.	0. 20 .	3. 6 .
	128 ½ .	7100.	0. 18 .	4. 0 .
12 . .	156 . .	6050.	0. 30 .	5. 6 .
	154 . .	6100.	0. 0 .	5. 9 .
14 . .	178 . .	5400.	0. 1 .	8. 0 .
	176 . .	5200.	0. 18 .	8. 3 .
16 . .	209 . .	4425.	0. 17 .	8. 1 .
	205 . .	4275.	0. 15 .	8. 2 .
18 . .	232 . .	3750.	0. 11 .	8. 0 .
	231 . .	3650.	0. 10 .	8. 2 .
20 . .	263 . .	3275.	0. 10 .	8. 10 .
	259 . .	3175.	0. 8 .	10. 0 .
22 . . .	281 . .	2975.	0. 18 .	11. 3 .
24 . .	310 . .	2200.	0. 16 .	11. 0 .
	307 . .	2125.	0. 15 .	13. 6 .
26 . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
28 . .	364 . .	1800.	0. 17 .	18. . .
	360 . .	1750.	0. 17 .	22. . .

TROISIÉME TABLE.

Pour les pièces de six pouces d'équarrissage.

Longueur des PIECES.	Poids des PIECES.	CHARGES	TEMPS depuis le premier Eclat jusqu'à l'instant de la rupture.	FLECHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur. min.*	*Pouc. Lig.*
7 . .	128 . .	19250.	1. 49 .	(1)
	$126\frac{1}{2}$.	18650.	1. 38 .	
8 . .	149 . .	15700.	1. 12 .	2. 4. .
	146 . .	15350.	1. 10 .	2. 5. .
9 . .	166 . .	13450.	0. 56 .	2. 6. .
	$164\frac{1}{2}$.	12850.	0. 51 .	2. 10. .
10 . .	188 . .	11475.	0. 46 .	3. 0. .
	186 . .	11025.	0. 44 .	3. 6. .
12 . .	224 . .	9200.	0. 31 .	4. 0. .
	221 . .	9000.	0. 32 .	4. 1. .
14 . .	255 . .	7450.	0. 25 .	4. 6. .
	254 . .	7500.	0. 22 .	4. 2. .
16 . .	294 . .	6250.	0. 20 .	5. 6. .
	293 . .	6475.	0. 19 .	5. 10. .
18 . .	334 . .	5625.	0. 16 .	7. 5. .
	331 . .	5500.	0. 14 .	8. 6. .
20 . .	377 . .	5025.	0. 12 .	9. 6. .
	375 . .	4875.	0. 11 .	8. 10. .

(1) On n'a pas pu obſerver la quantité dont les pièces de ſept pieds ont plié dans leur milieu, à cauſe de l'épaiſſeur de la boucle.

QUATRIÈME TABLE.

Pour les pièces de sept pouces d'équarrissage.

Longueur des PIECES	Poids des PIECES.	CHARGES	TEMPS depuis le premier Eclat jusqu'à l'instant de la Rupture.	FLECHES de la courbure avant que déclater.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur min.*	*Pouc. Lig.*
7 . .	0 . . .	0 . .	0. 0 .	0. 0 .
8 . .	204 . .	26150.	2. 6 .	2. 9 .
	201 ½ .	25950.	2. 13 .	2. 6 .
9 . .	227 . .	22800.	1. 40 .	3. 1 .
	225 . .	21900.	1. 37 .	2. 11 .
10 . .	254 . .	19650.	1. 13 .	2. 7 .
	252 .	19300.	1. 16 .	3. 0 .
12 . .	302 . .	16800.	1. 3 .	2. 11 .
	301 . .	15550.	1. 0 .	3. 2 .
14 . .	351 . .	13600.	0. 55 .	4. 2 .
	351 . .	12850.	0. 48 .	3. 9 .
16 . .	406 . .	11100.	0. 41 .	4 10 .
	403 . .	10900.	0. 36 .	5 3 .
18 . .	454 . .	9450.	0. 27 .	5. 6 .
	454 . .	9400.	0. 22 .	5. 10 .
20 . .	505 . .	8550.	0. 15 .	7. 10 .
	500 . .	8000.	0. 13 .	8. 6 .

CINQUIEME TABLE.

Pour les pièces de huit pouces d'équarrissage.

Longueur des Pieces	Poids des Pieces.	CHARGES	Temps depuis le premier Eclat jusqu'à l'instant de la Rupture.	Flèches de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur. min.*	*Pouc. Lig.*
10 . .	331 . .	27800.	2. 50 .	3. 0 .
	331 . .	27700.	2. 58 .	2. 3 .
12 . .	397 . .	23900.	1. 30 .	3. 0 .
	395 ½ .	23000.	1. 23 .	2. 11 .
14 . .	461 . .	20050.	1. 6 .	3. 10 .
	459 . .	19500.	1. 2 .	3. 2 .
16 . .	528 . .	16800.	0. 47 .	5. 2 .
	524 . .	15950.	0. 50 .	3. 9 .
18 . .	594 . .	13500.	0. 32 .	4. 6 .
	593 . .	12900.	0. 30 .	4. 1 .
20 . .	664 . .	11775.	0. 24 .	6. 6 .
	660 ½ .	12200.	0. 28 .	6. 0 .

SIXIEME TABLE.

Pour les charges moyennes de toutes les expériences précédentes.

Longr. des Pièces.	GROSSEUR.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*
7.	5312.	11525.	18950.		
8.	4550.	9787½.	15525.	26050.	
9.	4025.	3308⅓.	13150.	22350.	
10.	3612.	7125.	11250.	19475.	27750.
12.	2987½.	6075.	9100.	16175.	23450.
14.	. . .	5300.	7475.	13225.	19775.
16.	. . .	4350.	6362½.	11000.	16375.
18.	. . .	3700.	5562½.	9245.	13200.
20.	. . .	3225.	4950.	8375.	11487½.
22.	. . .	2975.			
24.	. . .	2162½.			
28.	. . .	1775.			

Septiéme TABLE. *Comparaison de la résistanec du bois trouvée par les expériences précédentes, & de la résistance du bois suivant la régle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le quarré de la hauteur, en supposant la même longueur.*

*Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.

Longr. des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*
7.	5312. 5901.	11525.	18950. $19915\frac{2}{5}$.	*32200. $31624\frac{3}{5}$	48100. $47649\frac{1}{5}$ $47198\frac{2}{5}$
8.	4550. $5011\frac{1}{5}$	9787.	15525. $16912\frac{4}{5}$.	26050. $26856\frac{2}{10}$	*39750. $40089\frac{3}{5}$
9.	4025. $4253\frac{13}{15}$	$8308\frac{1}{3}$	13150. $14356\frac{4}{5}$.	22350. $22798\frac{1}{5}$	*32800. 34031.
10.	3612. 3648.	7125.	11250. 12312.	19475. 19551.	27750. 29184.
12.	$2987\frac{1}{2}$. $3110\frac{2}{5}$.	6075.	9100. $10497\frac{3}{5}$.	16175. $16669\frac{4}{5}$	23450. $24883\frac{1}{5}$
14.	. . .	5100.	7475. $8812\frac{4}{5}$.	13225. $13995\frac{1}{5}$	19775. $20889\frac{3}{5}$
16.	. . .	4350.	$6362\frac{1}{4}$. $9516\frac{4}{5}$.	11000. $11936\frac{2}{5}$	16375. $17817\frac{3}{}$
18.	. . .	3700.	$5562\frac{1}{2}$. $6393\frac{3}{5}$.	9425. $10152\frac{4}{5}$	13200. $15155\frac{1}{5}$
20.	. . .	3225.	4950. $5572\frac{4}{5}$.	8275. $8849\frac{2}{5}$	$11487\frac{1}{2}$ $13209\frac{3}{5}$



DOUZIEME MÉMOIRE.

ARTICLE PREMIER.

Moyen facile d'augmenter la solidité, la force & la durée du Bois.

Il ne faut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le temps de la sève, & le laisser sécher entiérement sur pied avant que de l'abattre; cette préparation ne demande qu'une très petite dépense; on va voir les précieux avantages qui en résultent.

Les choses aussi simples & aussi aisées à trouver que l'est celle-ci, n'ont ordinairement aux yeux des physiciens qu'un mérite bien léger; mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées; & peut-être que l'exactitude & les soins que j'ai joints à mes recherches, leur feront trouver grace devant ceux même qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte que la peine & le temps qu'elle a coûté. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, surtout depuis que j'ai lu ce que Vitruve & Evelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit, dans son architecture, qu'avant d'abattre les arbres, il faut les cerner par le pied, jusque dans le cœur du bois, & les laisser ainsi sécher sur pied, après quoi, ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même

les employer tout de ſuite. Le ſecond rapporte, dans ſon Traité des forêts, que le Docteur Plot aſſure, dans ſon Hiſtoire Naturelle, qu'autour de Haſſon en Angleterre, on écorce les gros arbres ſur pied dans le temps de la sève, qu'on les laiſſe ſécher juſqu'à l'hiver ſuivant, qu'on les coupe alors; qu'ils ne laiſſent pas que de vivre ſans écorce, que le bois en devient bien plus dur, & qu'on ſe ſert de l'aubier comme du cœur. Ces faits ſont aſſez précis, & ſont rapportés par des Auteurs d'un aſſez grand crédit, pour avoir mérité l'attention des Phyſiciens & même des Architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher juſqu'ici de s'aſſurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'ordonnance des eaux & forêts, a pu retarder leur curioſité. Il eſt défendu, ſous peine de groſſes amendes, d'écorcer aucun arbre, & de le laiſſer ſécher ſur pied; cette défenſe, qui d'ailleurs eſt fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui ſans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux ou du moins haſardés; & je ſerois encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, ſi les attentions de M. le Comte de Maurepas pour les ſciences, ne m'euſſent procuré la liberté de faire mes expériences ſans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis, nouvellement abattu, & où j'avois fait réſerver quelques beaux arbres, le 3 de Mai 1733, j'ai fait écorcer ſur pied quatre chênes d'environ trente à

quarante pieds de hauteur, & de cinq à ſix pieds de pourtour; ces arbres étoient tous quatre très vigoureux, bien en sève, & âgés d'environ ſoixante-dix ans; j'ai fait enlever l'écorce depuis le ſommet de la tige juſqu'au pied de l'arbre avec une ſerpe. Cette opération eſt aiſée, l'écorce ſe ſéparant très facilement du corps de l'arbre dans le temps de la sève. Ces chênes étoient de l'eſpèce commune dans les forêts, qui porte le plus gros glan. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même eſpèce, dans le même terrein, & auſſi ſemblables aux premiers que je pus les trouver. Mon deſſein étoit d'en faire écorcer le même jour encore ſix, & en abattre ſix autres; mais je ne pus achever cette opération que le lendemain: de ces ſix chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étoient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire ſous un hangar les ſix arbres abattus, pour les laiſſer ſécher dans leur écorce juſqu'au temps que j'en aurois beſoin, pour les comparer avec ceux que j'avois fait dépouiller. Comme je m'imaginois que cette opération leur avoit fait grand tort, & qu'elle devoit produire un grand changement, j'allai pluſieurs jours de ſuite viſiter très curieuſement mes arbres écorcés; mais je n'apperçus aucune altération ſenſible pendant plus de deux mois. Enfin, le 10 de Juillet, l'un de ces chênes, celui qui étoit le moins en sève dans le temps de l'écorcement, laiſſa voir les premiers ſymptômes de la maladie qui devoit

bientôt le détruire. Ses feuilles commencerent à jaunir du côté du midi, & bientôt jaunirent entiérement, sécherent & tomberent, de sorte qu'au 26 Août il ne lui en restoit pas une. Je le fis abattre, le 30 du même mois; j'étois présent; il étoit devenu si dur que la cognée avoit peine à entrer, & qu'elle cassa, sans que la mal-adresse du bûcheron me parût y avoir part; l'aubier sembloit être plus dur que le cœur du bois, qui étoit encore humide & plein de sève.

Celui de mes arbres qui dans le temps de l'écorcement n'étoit pas plus en sève que le précédent, ne tarda guere à le suivre; ses feuilles commencerent à changer de couleur au 13 de Juillet, & il s'en défit entiérement avant le 10 de Septembre. Comme je craignois d'avoir fait abattre trop tôt le premier, & que l'humidité que j'avois remarquée au-dedans indiquoit encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il pousseroit des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres chênes résisterent vigoureusement, ils ne quitterent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire; & même l'un des quatre, dont la tête étoit légere & peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chûte naturelle; mais je remarquai que les feuilles, & même quelques rejetons de tous quatre, s'étoient desséchées du côté du midi plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant, tous ces arbres

devancerent les autres, & n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paroître; ils ſe couvrirent de verdure huit à dix jours avant la ſaiſon. Je prévis tout ce que cet effort devoit leur coûter; j'obſervai les feuilles: leur accroiſſement fut aſſez prompt, mais bientôt arrêté faute de nourriture ſuffiſante; cependant elles vécurent: mais celui de mes arbres qui l'année précédente s'étoit dépouillé le premier, ſentit auſſi le premier tout l'effet de l'état d'inanition & de ſéchereſſe où il étoit réduit; ſes feuilles ſe fanerent bientôt & tomberent pendant les chaleurs de Juillet 1734. Je le fis abattre le 30 Août, c'eſt-à-dire, une année après celui qui l'avoit précédé; je jugeai qu'il étoit au moins auſſi dur que l'autre, & beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui étoit à peine encore un peu humide: je le fis conduire ſous un hangar, où l'autre étoit déjà avec les ſix arbres dans leur écorce, auxquels je voulois les comparer.

Trois des quatre arbres qui me reſtoient, quitterent leurs feuilles au commencement de Septembre; mais le chêne à tête légere les conſerva plus long-temps, & il ne s'en défit entiérement qu'au 22 du même mois. Je le fis réſerver pour l'année ſuivante, avec celui des trois autres qui me parut le moins malade, & je fis abattre les deux plus foibles en Octobre 1734. Je laiſſai deux de ces arbres expoſés à l'air & aux injures du temps, & je fis conduire l'autre ſous le hangar; ils furent trouvés très durs à la

cognée, & le cœur du bois étoit presque sec.

Au printemps 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie; les boutons se gonflerent, mais les feuilles ne purent se développer. L'autre me parut tout-à-fait mort; en effet, l'ayant fait abattre au mois de Mai, je reconnus qu'il n'avoit plus d'humide radical, & je le trouvai d'une très grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque temps après, & je les fis conduire tous deux au hangar, pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avois fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à-peu-près; car j'avois déjà reconnu, par expérience, que le bois, dans un arbre d'une certaine grosseur, étoit plus pesant & plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièces de quatorze pieds de longueur; j'en marquai les centres au-dessus & au-dessous; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce un quarré de 6 pouces $\frac{1}{2}$, & je fis scier & enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces qu'une solive de 14 pieds de longueur sur 6 pouces très juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varlope, & réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, & j'en fis

rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnoître leur force, & d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre qui avoit péri le premier après l'écorcement, pesoit 242 livres ; elle se trouva la moins forte de toutes, & rompit sous 7940 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 234 livres ; elle rompit sous 7320 livres.

La solive du second arbre écorcé pesoit 249 livres ; elle plia plus que la premiere, & rompit sous la charge de 8362 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 236 livres ; elle rompit sous la charge de 7385 livres.

La solive de l'arbre écorcé & laissé aux injures du temps, pesoit 258 livres ; elle plia encore plus que la seconde, & ne rompit que sous 8926 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 239 livres, & rompit sous 7420 livres.

Enfin la solive de mon arbre à tête légere que j'avois toujours jugé le meilleur, se trouva en effet peser 263 livres, & porta, avant que de rompre, 9046 livres.

L'arbre que je lui comparai, pesoit 238 livres, & rompit sous 7500 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouverent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre : mais les épreu-

ves ci-dessus suffisent pour faire voir que le bois écorcé & séché sur pied est toujours plus pesant, & considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé & laissé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de 6 pieds de longueur & de 5 pouces d'équarrissage; il se trouva qu'à l'une des faces il y avoit un petit abreuvoir, mais qui ne pénétroit guere que d'un demi-pouce, & à la face opposée, une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser & charger; elle pesoit 75 livres; on la chargea, en une heure cinq minutes, de 8500 livres, après quoi elle craqua assez violemment; je crus qu'elle alloit casser quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivoit toujours; mais ayant eu la patience d'attendre trois heures, & voyant qu'elle ne baissoit ni ne plioit, je continuai à la faire charger, & au bout d'une autre heure elle rompit enfin, après avoir craqué pendant une demi-heure sous la charge de 12745 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve que pour faire voir que cette solive auroit porté davantage, sans les petits défauts qu'elle avoit à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée d'un pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle étoit très saine & sans aucun défaut : on la chargea en une

heure trente-huit minutes, après quoi elle craqua très légérement, & continua de craquer de quart-d'heure en quart-d'heure, pendant trois heures entieres, & rompit au bout de ce temps sous la charge de 11889 livres.

Cette expérience est très avantageuse au bois écorcé, car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant & plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avoit aucun défaut; mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre; le premier pesoit 23 onces $\frac{5}{32}$, & rompit sous 287 livres; le second pesoit 23 onces $\frac{6}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$; le troisième pesoit 23 onces $\frac{4}{32}$, & rompit sous 275 livres; le quatrième pesoit 23 onces $\frac{28}{32}$, & rompit sous 291 livres, & le cinquième pesoit 23 onces $\frac{14}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à-peu-près 23 onces $\frac{11}{32}$, & la charge moyenne à-peu-près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{32}$, & la charge moyenne de 248 livres; & ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne en écorce, le

poids

poids moyen s'eſt trouvé de 25 onces $\frac{10}{32}$, & la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé eſt non-ſeulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non écorcé, quoiqu'il ſoit moins peſant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés, pluſieurs petites ſolives de 2 pieds de longueur ſur 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'équarriſſage, entre leſquels je ne pus en trouver que trois d'aſſez parfaites pour les ſoumettre à l'épreuve. La premiere rompit ſous 1294 livres; la ſeconde ſous 1219 livres; la troiſième ſous 1247 livres, c'eſt-à-dire, au pied moyen, ſous 1253 livres : mais de pluſieurs ſolives ſemblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le pied moyen de la charge ne ſe trouva que de 997 livres, ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé & ſéché ſur pied, j'ai fait encore tirer pluſieurs barreaux de 2 pieds de longueur ſur 1 pouce d'équarriſſage, parmi leſquels j'en ai choiſi ſix, qui, au pied moyen, ont rompu ſous la charge de 501 livres; & il n'a fallu que 353 livres au pied moyen pour rompre pluſieurs ſolives d'aubier d'un arbre en écorce qui portoit la même longueur & le même équarriſſage; & même il n'a fallu que 379 livres au pied moyen pour rompre pluſieurs ſolives de cœur de chêne en écorce.

Enfin de l'aubier d'un de mes arbres écor-

cés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve; ils pesoient 7 onces $\frac{22}{33}$ au pied moyen, & il a fallu pour les rompre la charge de 798 livres; mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier, d'un de mes arbres en écorce, n'étoit que de 6 onces $\frac{28}{32}$, & la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre de 629 livres; & la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce, par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés & séchés sur pied est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, & beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué, en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier étoit celle qui résistoit davantage; en sorte qu'il falloit constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la derniere circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au-dedans. Cela est tout-à-fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger & plus foible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, & des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le

lieu d'en rapporter le détail, je me contenterai de dire que, dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence n'est pas à beaucoup près aussi sensible, & qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir; il est donc très certain que le bois des arbres écorcés & séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant, & plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce; & de-là je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seroient encore plus concluantes; mais notre propre durée est si courte, qu'il ne seroit pas raisonnable de les tenter; il en est ici comme de l'âge des souches, & en général comme d'un très grand nombre de vérités importantes que la brièveté de notre vie semble nous dérober à jamais: il faudroit laisser à la postérité des expériences commencées; il faudroit la mieux traiter que l'on ne nous a traité nous-mêmes, car le peu de traditions physiques que nous ont laissé nos ancêtres, devient inutile par le défaut d'exactitude, ou par le peu d'intelligence des Auteurs, & plus encore par les faits hasardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité & de force dans le bois écorcé sur pied se présente d'elle-même: il suffit de savoir que les arbres augmentent en grosseur

par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les sèves entre l'écorce & le bois ancien ; nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches; & quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc arrêtée & contrainte de se fixer dans tous les vides de l'aubier & du cœur même de l'arbre, ce qui en augmente nécessairement la solidité, & doit par conséquent augmenter la force du bois; car j'ai trouvé, par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée; mais à cause de quelques circonstances particulieres qui restent à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matiere.

Le 18 Décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur à trois pieds au-dessus de terre, à plusieurs chênes de différens âges, en sorte que l'aubier paroissoit à nud & entiérement découvert; j'interceptois par ce moyen le cours de la sève qui devoit passer par l'écorce & entre l'écorce & le bois; cependant au printemps suivant ces arbres pousserent des feuilles comme les autres, & ils leur ressembloient en tout; je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de Mai: j'apperçus alors des petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture, qui sortoient d'entre l'écorce &

l'aubier tout autour de ces arbres; au-dessous de cette ceinture, il ne paroissoit & il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmenterent d'un pouce en descendant & en s'appliquant sur l'aubier; les jeunes arbres formerent des bourrelets plus étendus que les vieux, & tous conserverent leurs feuilles, qui ne tomberent que dans le temps ordinaire de leur chûte. Au printemps suivant elles reparurent un peu avant celles des autres arbres; je crus remarquer que les bourrelets se gonflerent un peu, mais ils ne s'étendirent plus; les feuilles résisterent aux ardeurs de l'été, & ne tomberent que quelques jours avant les autres. Au troisième printemps, mes arbres se parerent encore de verdure, & devancerent les autres; mais les plus jeunes, ou plutôt les plus petits, ne la conserverent pas long-temps, les sécheresses de Juillet les dépouillerent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, & j'en ai eu deux qui en avoient encore après le quatrième printemps; mais tous ont péri à la troisième ou dans cette quatrième année depuis l'enlèvement de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres, elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire; mais la différence qui, dans les bois entiérement écorcés est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, & même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet ces arbres n'avoient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture; ces bour-

relets n'étoient qu'une expansion du *liber* qui s'étoit formé entre le bois & l'écorce; ainsi la sève qui, dans les arbres entiérement écorcés, se trouvoit contrainte de se fixer dans les pores du bois & d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, & ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre; le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait, dont les bourrelets faisoient l'appendice & la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi long-temps que l'arbre même; au-dessous de la ceinture, l'écorce vécut aussi, mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois, l'action des feuilles & des parties supérieures de l'arbre pompoit trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure; & j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvoient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces d'arbres fruitiers; c'est un moyen sûr de hâter leur production; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, & donnent des fruits hâtifs & assez bons la premiere année. J'ai même eu des fruits sur un poirier dont j'avois enlevé non-seulement l'écorce, mais même tout l'aubier; & ces fruits prématurés étoient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros pommiers & des pruniers vigoureux; cette opération a fait mourir dès la premiere année les plus petits de ces arbres,

mais les gros ont quelquefois résisté pendant deux ou trois ans ; ils se couvroient avant la saison d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit qui leur succédoit ne venoit jamais en maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres qui ne leur est que trop souvent enlevée par différens accidens, & je n'ai pas travaillé sans succès ; mais cette matiere est toute différente de celle que nous traitons ici, & demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmans & qui poussoient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un coignassier, le 3 Avril, j'ai enlevé en spirale l'écorce de deux branches de cet arbre ; ces deux seules branches donnerent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigoureusement & demeura stérile : au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse ; l'effet étoit le même, & j'avois le plaisir de recueillir des fruits sur ces arbres stériles depuis longtemps. L'arbre, en grossissant, ne rompt pas le lien qui le serre, il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au-dessus & le moindre au-dessous de la petite corde, & souvent dès la premiere ou la seconde année elle se trouve recouverte & incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les productions des arbres, surtout l'épanouissement des fleurs

& la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait, on la trouvera dans la Statique des Végétaux : cette interception de la sève durcit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse; & plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entiérement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force & en plus grande quantité; l'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur; tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis & obstrués : il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait; mais tout se remplit à-peu-près également, & c'est ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la pesanteur & de la force du bois, depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce; & ceci prouve en même temps que l'aubier de ces arbres écorcés ne doit plus être regardé comme un bois imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux, par l'écorcement, la solidité & la force, qu'autrement il n'auroit acquise qu'en douze ou quinze ans; car il faut à-peu-près ce temps dans les meilleurs terreins, pour transformer l'aubier en bois parfait : on ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toujours fait jusqu'ici, & de le rejeter : on employera les arbres dans

toute

toute leur grosseur, ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre, duquel on n'auroit pu en tirer que deux : un arbre de quarante ans pourra servir à tous les usages auxquels on employe un arbre de soixante ans ; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non-seulement la force & la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité ? n'y auroit-il pas quelqu'inconvénient à le permettre, & cette opération ne fait-elle pas périr les souches ? il est vrai qu'elle leur fait tort ; mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, & d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, & n'est sensible que dans les taillis. Les vues de l'ordonnance sont justes à cet égard, & sa sévérité est sage ; les marchands de bois font écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce qui s'employe à tanner les cuirs ; c'est là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abattu, & que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorce, l'usage d'écorcer sur pied se seroit rétabli souvent sans la rigueur des loix : or, pour un très léger avantage, pour une façon un peu moins chere d'enlever l'écorce, on faisoit un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer & sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui

ne repoussoient plus, quantité d'autres qui poussoient plus foiblement que les souches ordinaires, leur langueur a même été durable; car, après trois ou quatre ans, j'ai vu leurs rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison; il conviendroit seulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en est tout autrement des futaies que des taillis; il faudroit permettre d'écorcer les baliveaux & tous les arbres de service; car on sait que les futaies abattues ne repoussent presque rien; que plus un arbre est vieux, lorsqu'on l'abat, moins sa souche épuisée peut produire; ainsi, soit qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produiront peu lorsqu'on aura attendu le temps de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge, qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas; car ayant observé les souches de mes six arbres écorcés & séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couverts d'un assez grand nombre de rejetons; les deux autres n'ont poussé que très foiblement, & ces deux souches sont précisément celles des deux arbres qui, dans le temps de l'écorcement, étoient moins en sève que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejetons avoient trois à quatre pieds de hauteur; & je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne & qui les a devancés ne les privoit

pas des influences de l'air libre si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on pourroit le croire; cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile & très avantageux; mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, & il faut choisir le temps de la plus grande sève pour faire cette opération; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passent plus librement, & par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus long-temps leur puissance d'attraction, & tous les canaux ne se ferment que long-temps après l'écorcement; au lieu que, dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, & la route la plus commode se trouvant rompue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement, la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, & ces tuyaux sevrés de nourriture sont obstrués faute de tension: les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auroient fait dans l'état naturel de l'arbre; & à l'arrivée de la sève, ils ne présentent que de petits orifices, qui, à la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plutôt remplis & obstrués que les tuyaux ouverts & distendus des arbres que la sève a humectés & préparés avant l'écorcement; c'est ce qui a fait que dans nos expériences,

les deux arbres qui n'étoient pas aussi en sève que les autres ont péri les premiers, & que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire; il faut donc attendre le temps de la plus grande sève pour écorcer : on gagnera encore à cette attention une facilité très grande de faire cette opération, qui, dans un autre temps, ne laisseroit pas d'être assez longue, & qui, dans cette saison de la sève, devient un très petit ouvrage, puisqu'un seul homme monté au-dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement & le dessèchement sur pied ne rende tous les bois, de quelque espèce qu'ils soient, plus compactes & plus fermes; de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre & trop recommander cette pratique.

ARTICLE II.

Expériences ſur le deſſéchement du bois à l'air, & ſur ſon imbibition dans l'eau.

EXPERIENCE PREMIERE.

Pour reconnoître le temps & la gradation du deſſéchement.

LE 22 Mai 1733, j'ai fait abattre un chêne âgé d'environ quatre-vingt-dix ans, je l'ai fait ſcier & équarrir tout de ſuite, & j'en ai fait tirer un bloc en forme de parallélipipède de 14 pouces 2 lignes $\frac{1}{2}$ de hauteur, de 8 pouces 2 lignes d'épaiſſeur, & 9 pouces 5 lignes de largeur. Je m'étois trouvé réduit à ces meſures, parce que je ne voulois me ſervir que du bois parfait qu'on appelle *le cœur*; & que j'avois fait enlever exactement tout l'aubier ou bois blanc. Ce morceau de cœur de chêne peſoit d'abord 45 livres 10 onces, ce qui revient à très peu près à 72 livres 3 onces le pied cube.

TABLE du dessèchement de ce morceau de bois.

Nota. Il étoit sous un hangar à l'abri du soleil.

Années, Mois & Jours.	Poids du Bois. Liv.	onc.	Années, Mois & Jours.	Poids du Bois. Liv.	onc.
1733. Mai. 23	45.	10	1733. Sept. 26.	36.	1
24	45.	1	Oct. 26, temps sec .	35.	5
25	44.	10	Nov. . 3, sec . . .	35.	4
26	44.	5	17, pluie. . .	35.	4
27	44.	$\frac{1}{4}$	Déc. . 1.er pluie . .	35.	4
28	43.	11 $\frac{3}{4}$	15, gelée . . .	35.	3
29	43.	7 $\frac{3}{4}$	29, humide . .	35.	3
30	43.	4	1734. Janv. 12, variable .	35.	3
Juin. 2	42.	11	26, gelée . .	35.	1
6	42.	1	Févr. 9, pluie . .	35.	1
10	41.	6	23, vent . .	35.	
14	40.	14	Mars. 9, temps doux.	34.	15
18	40.	7	23, pluie . .	34.	15
26	39.	15	Avril. 26, ...	34.	10
Juil. . 4	39.	8	Mai. . 26, ...	34.	7
16	38.	12	Juin. . 26, ...	33.	14
26	38.	6	Juil . . 26, ...	33.	6
Août. 26	37.	3	Août. 26, ...	33.	
1734. Sept. 26	32.	11	1735. Nov. 26.	32.	3
Oct. 26	32.	7	Déc. 26.	32.	5
Nov. 26	32.	11	1736. Fév. 26.	32.	1
Déc. 26	32.	12 $\frac{1}{2}$	Mai. 27.	32.	
1735. Janv. 26	32.	12	Août 26.	31.	13
Fév. 26	32.	12 $\frac{1}{2}$	1737. Fév. 26.	31.	10
Mars 26	32.	13	1738. Fév. 27.	31.	7
Av. 26	32.	8	1739. Fév. 26.	31.	5
Mai. 26	32.	7	1740. Fév. 25.	31.	3
Juin. 26	32.	6	1741. Fév. 26.	31.	1
Juil. 26	32.	4	1742. Fév. 26.	31.	1
Août 26	32.	$\frac{1}{4}$	1743. Fév. 26.	31.	1
Sept. 26	32.	$\frac{1}{2}$	1744. Fév. 26.	31.	1
Oct. 26	32.	1			

Cette Table contient, comme l'on voit, la quantité & la proportion du desséchement pendant dix années consécutives. Dès la septième année, le desséchement étoit entier ; ce morceau de bois, qui pesoit d'abord 45 livres 10 onces, a perdu en se desséchant 14 livres 8 onces, c'est-à-dire, près d'un tiers de son poids. On peut remarquer qu'il a fallu sept ans pour son desséchement entier ; mais qu'en onze jours il a été sec au quart, & qu'en deux mois il a été à moitié sec ; puisqu'au 2 juin il avoit déjà perdu 3 livres 9 onces, & qu'au 26 juillet 1733 ; il avoit déjà perdu 7 livres 4 onces, & qu'enfin il étoit aux trois quarts sec au bout de dix mois. On doit observer aussi que, dès que ce morceau a été sec aux deux tiers ou environ, il repompoit autant & même plus d'humidité qu'il n'en exhaloit.

EXPÉRIENCE II.

Pour comparer le temps & la gradation du desséchement.

Le 22 mai 1734 j'ai fait scier dans le tronc du même arbre, qui m'avoit servi à l'expérience précédente, un bloc dont j'ai fait tirer un morceau tout pareil au premier, & qu'on a réduit exactement aux mêmes dimensions. Ce tronc d'arbre étoit depuis un an, c'est-à-dire, depuis le 22 mai 1733, exposé aux injures de l'air ; on l'avoit laissé dans son écorce ; & pour l'empêcher de pourrir, on avoit eu soin de retourner le tronc de temps en temps. Ce second morceau de bois a été pris tout auprès & au-dessous du premier.

TABLE du desséchement de ce morceau.

ANNÉES, MOIS & JOURS.	POIDS du Bois.	ANNÉES, MOIS & JOURS.	POIDS du Bois.
	Liv. onc.		*Liv. onc.*
1734. Mai. 23, à 8h du m.	42. 8	1735. Janv. 26.	35. 2 1/4
24, à 8h du m.	42.	Fév. 26.	35. 1
24, à 8h du f.	41. 12 1/2	Mars 26.	35. 1/4
25, à 8h du m.	41. 10 1/2	Av. 26.	34. 11
26, *idem* . .	41. 6	Mai. 26.	34. 5
27.	41. 3 1/4	Juin. 26.	34. 1
28.	40. 15 1/4	Juil. . 26.	33. 11
29.	40. 13 1/4	Août 26.	33. 2 1/2
30.	40. 11	Sept. 26.	32. 14
Juin. 2.	40. 7	Oct. 26.	32. 14 1/2
6.	40. 1 1/4	Nov. 26.	32. 15 1/4
10.	39. 10 1/4	Déc. 26.	33. 1/2
14.	39. 5 1/4	1736. Fév. 26.	32. 13
18.	39. 1 1/4	Mai. 26.	32. 6
26.	38. 12	Août 26.	32. 1/2
Juil. . 4.	37. 15 3/4	1737. Fév. 26.	32.
16.	37. 7	1738. *idem.* 26.	31. 13 1/2
26.	37. 3 3/4	1739. *idem.* 26.	31. 10 1/4
Août. 26.	36. 6 1/4	1740. *idem.* 26.	31. 8
Sept. . 26.	35. 10	1741. *idem.* 26.	31. 6
Oct. . 26.	35. 1 1/4	1742. *idem.* 26.	31. 5
Nov. 26.	35. 3 1/4	1743. *idem.* 26.	31. 4 1/2
Déc. . 26.	35. 4 1/2	1744. *idem.* 26.	31. 4

En comparant cette Table avec la premiere, on voit qu'en une année entiere le bois en grume ne s'est pas plus desséché que le bois travaillé s'est desséché en onze jours; on voit de plus qu'il a fallu 8 ans pour l'en-

tier deſſéchement de ce morceau de bois qui avoit été conſervé en grume & dans ſon écorce pendant un an : au lieu que le bois travaillé d'abord s'eſt trouvé entiérement ſec au bout de ſept ans. Je ſuppoſe que ce morceau de bois peſoit autant & peut-être un peu plus que le premier, & cela lorſqu'il étoit en grume & que l'arbre venoit d'être abattu, le 23 mai 1733, c'eſt-à-dire; qu'il peſoit alors 45 livres 10 ou 12 onces : cette ſuppoſition eſt fondée, parce qu'on a coupé & travaillé ce morceau de bois de la même façon & exactement ſur les mêmes dimenſions, & qu'au bout de dix années, & après ſon deſſéchement entier, il s'eſt trouvé ne différer du premier que de 3 onces, ce qui eſt une bien petite différence, & que j'attribue à la ſolidité ou denſité du premier morceau, parce que le ſecond avoit été pris immédiatement au-deſſous du premier, du côté du pied de l'arbre : or on ſait que plus on approche du pied de l'arbre, plus le bois a de denſité. A l'égard du deſſéchement de ce morceau de bois, depuis qu'il a été travaillé, on voit qu'il a fallu ſept ans pour le deſſécher entiérement comme le premier morceau, qu'il a fallu vingt jours pour deſſécher au quart ce ſecond morceau, deux mois & demi environ pour le deſſécher à moitié, & treize mois pour le deſſécher aux trois quarts. Enfin on voit qu'il s'eſt réduit comme le premier morceau aux deux tiers environ de ſa peſanteur

Il faut remarquer que cet arbre étoit en sève lorſqu'on le coupa le 23 mai 1733, & que par conſéquent la quantité de la sève

ſe trouve, par cette expérience, être un tiers de la peſanteur du bois, & qu'ainſi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties ſolides & ligneuſes, & un tiers de parties liquides & peut-être moins, comme on le verra par la ſuite de ces expériences. Ce deſſéchement & cette perte conſidérable de peſanteur n'a rien changé au volume; les deux morceaux de bois ont encore les mêmes dimenſions, & je n'y ai remarqué ni raccourciſſement ni rétréciſſement: ainſi, la sève eſt logée dans les interſtices des parties ligneuſes, & ces interſtices reſtent vides & les mêmes après l'évaporation des parties humides qu'ils contiennent.

On n'a point obſervé que ce bois, quoique coupé en pleine sève, ait eté piqué de vers, il eſt très ſain, & les deux morceaux ne ſont gercés ni l'un ni l'autre.

EXPÉRIENCE III.

Pour reconnoître ſi le deſſéchement ſe fait proportionnellement aux ſurfaces.

LE 8 avril 1733, j'ai fait enlever par un Menuiſier un petit morceau de bois blanc ou aubier d'un chêne qui venoit d'être abattu, & tandis qu'on le façonnoit en forme de parallélipipède, un autre Menuiſier en façonnoit un autre morceau en forme de petites planches d'égale épaiſſeur; ſept de ces petites planches ſe trouvèrent peſer autant que le premier morceau, & la ſuperficie de ce morceau étoit à celles des planches comme 10 eſt à 34 à très peu près.

Table de la proportion du deſſéchement.

Nota. *Les peſanteurs ont été priſes par le moyen d'une balance q penchoit à un quart de grain.*

Mois & Jours	POIDS du ſeul morceau.	POIDS des ſept morceaux.
1734. Avril.	*grains.*	*grains.*
8 à 2h du ſ.	2189	2189
8 à 10h du ſ.	2130	1981
9 à 10h d. m	2070	1851
10 même heure.	1973	1712
11	1887	1628
12	1825	1589
13, temps ſerein.	1778½	1565
14, ſec. . .	1741	1540½
15, ſec. . .	1708	1525½
16, ſec. . .	1684	1518
17, ſec. . .	1656½	1505½
18, ſec. . .	1630	1502
19, couv. .	1608½	1497½
20, hum. . .	1590	1493
21.	1576	1486
22, var. . .	1564	1481
23, chaud .	1556	1485
24.	1550½	1486
25, ſec. . .	1543	1482

Mois & Jours	POIDS du ſeul morceau.	POIDS des ſept morceaux.
1734.	*grains.*	*grains.*
Avril. 26, ſec .	1532½	1479
27, ſec .	1518½	1458
28, ſec .	1509	1449
29, vent.	1504	1447
30, pluie	1504	1461
Mai . 1.er hum.	1507	1468
5, pluie	1512	1478
9, beau	1510½	1475
13, hum	1511	1476
21, beau	1504½	1465
29, vent & pluie	1503	1466
Juin . 6, pluie	1517	1489
Juil. . 6, beau	1507	1479
Août. 6, ſec .	1500	1468
10, ſec .	1489	1461
12, ſec .	1479	1459
14, ſec .	1470	1448
15, ſec .	1461	1460
16, pluie	1464	1468
17, beau	1463	1459

Avant que d'examiner ce qui réſulte de cette expérience, il faut obſevrer qu'il falloit 492

des grains dont je me ſuis ſervi pour faire une once, & que le pied cube de ce bois, qui étoit de l'aubier, peſoit à très peu près 66 livres; que le morceau dont je me ſuis ſervi, contenoit à-peu-près 7 pouces cubiques, & chaque petit morceau un pouce, & que les ſurfaces étoient comme 10 eſt à 34. En conſultant la Table, on voit que le deſſéchement dans les 8 premieres heures eſt, pour le morceau ſeul, de 59 grains; & pour les ſept morceaux, de 208 grains; ainſi, la proportion du deſſéchement eſt plus grande que celle des ſurfaces; car le morceau perdant 59, les ſept morceaux n'auroient dû perdre que 200 $\frac{3}{5}$. Enſuite on voit que, depuis dix heures du ſoir juſqu'à ſept heures du matin, le morceau ſeul a perdu 60 grains, & que les ſept morceaux en ont perdu 130; & que par conſéquent le deſſéchement qui d'abord étoit trop grand, proportionnellement aux ſurfaces, eſt maintenant trop petit, parce qu'il auroit fallu pour que la proportion fût juſte, que le morceau ſeul perdant 60, les ſept morceaux euſſent perdu 204, au lieu qu'ils n'ont perdu que 130.

En comparant le terme ſuivant, c'eſt-à-dire, le quatrième de la Table, on voit que cette proportion diminue très conſidérablement; en ſorte que les ſept morceaux ne perdent que très peu en comparaiſon de leur ſurface: & dès le 5e terme, il ſe trouve que le morceau ſeul perd plus que les ſept morceaux, puiſque ſon deſſéchement eſt de 93 grains, & que celui des ſept morceaux n'eſt que de 84 grains. Ainſi, le deſſéche ment

ſe fait ici d'abord dans une proportion un peu plus grande que celle des ſurfaces, enſuite dans une proportion plus petite, & enfin il devint plus grand où la ſurface eſt la plus petite. On voit qu'il n'a fallu que cinq jours pour deſſécher les ſept morceaux au point que le morceau ſeul perdoit plus enſuite que les ſept morceaux.

On voit auſſi qu'il n'a fallu que vingt-un jours aux ſept morceaux pour ſe deſſécher entiérement, puiſqu'au 29 avril ils ne peſoient plus que 1447 grains $\frac{1}{2}$; ce qui eſt le plus grand degré de légereté qu'ils ayent acquis, & qu'en moins de vingt-quatre heures, ils étoient à moitié ſecs; au lieu que le morceau ſeul ne s'eſt entiérement deſſéché qu'en quatre mois & ſept jours, puiſque c'eſt au 15 d'août que ſe trouve ſa plus grande légereté, ſon poids n'étant alors que de 1461 grains, & qu'en trois fois vingt-quatre heures il étoit à moitié ſec. On voit auſſi que les ſept morceaux ont perdu, par le deſſéchement, plus du tiers de leur peſanteur, & le morceau ſeul à très peu près le tiers

EXPÉRIENCE IV.

Sur le même ſujet que la précédente.

LE 9 avril 1734, j'ai fait prendre dans le tronc d'un chêne qui avoit été coupé & abattu trois jours auparavant, un morceau de bois en forme de cylindre, dont j'avois déterminé la groſſeur en mettant la pointe du compas dans le centre des couches annuelles,

afin d'avoir la partie la plus solide de cet arbre qui avoit plus de soixante ans. J'ai fait scier en deux ce cylindre pour avoir deux cylindres égaux, & j'ai fait scier de la même façon en trois l'un de ces cylindres. La superficie des trois morceaux cylindriques étoit à la superficie du cylindre, dont ils n'avoient que le tiers de la hauteur comme 43 est à 27, & le poids étoit égal; en sorte que le cylindre seul pesoit, aussi-bien que les trois cylindres, 28 onces $\frac{13}{16}$, & ils auroient pesé environ une livre 14 onces si on les eût travaillés le jour même que l'arbre avoit été abattu.

TABLE du desséchement de ces morceaux de bois.

Mois & Jours.	Poids du seul morceau.	Poids des 3 morceaux.	Mois & Jours.	Poids du seul morceau.	Poids des 3 morceaux.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril. 9 à 6h du m.	$28\frac{13}{16}$	$28\frac{13}{16}$	Avril. 30.	$23\frac{17}{32}$	$21\frac{23}{32}$
10 à 6h du m.	$28\frac{10}{16}$	$28\frac{6}{16}$	Mai. 1.er	$23\frac{15}{32}$	$21\frac{25}{32}$
11 même heure.	$28\frac{4}{16}$	$27\frac{13}{16}$	2.	$23\frac{14}{32}$	$21\frac{23}{32}$
12 . . .	$27\frac{15}{16}$	$27\frac{6}{16}$	3.	$23\frac{11}{32}$	$21\frac{19}{32}$
13 . . .	$27\frac{10}{16}$	$26\frac{15}{16}$	5.	$23\frac{8}{32}$	$21\frac{17}{32}$
14 . . .	$27\frac{4}{16}$	$26\frac{7}{16}$	9.	$22\frac{28}{32}$	$21\frac{7}{32}$
15 . . .	$26\frac{31}{32}$	$26\frac{1}{32}$	13.	$22\frac{21}{32}$	$21\frac{1}{32}$
16 . . .	$26\frac{22}{32}$	$25\frac{20}{32}$	17.	$22\frac{16}{32}$	$20\frac{25}{32}$
17 . . .	$26\frac{10}{32}$	$25\frac{6}{32}$	21.	$22\frac{2}{32}$	$20\frac{19}{32}$
18 . . .	26	$24\frac{24}{32}$	25.	$21\frac{29}{32}$	$20\frac{16}{32}$
19 . . .	$25\frac{24}{32}$	$24\frac{14}{32}$	29.	$21\frac{23}{32}$	$20\frac{13}{32}$
20 . . .	$25\frac{17}{32}$	$24\frac{4}{32}$	Juin. 2.	$21\frac{18}{32}$	$20\frac{11}{32}$
21 . . .	$25\frac{6}{32}$	$23\frac{24}{32}$	6.	$21\frac{18}{32}$	$20\frac{14}{32}$
22 . . .	$24\frac{29}{32}$	$23\frac{18}{32}$	14.	$21\frac{13}{32}$	$20\frac{13}{32}$
23 . . .	$24\frac{25}{32}$	$23\frac{8}{32}$	26.	$21\frac{7}{32}$	$20\frac{14}{32}$
24 . . .	$24\frac{19}{32}$	$23\frac{6}{32}$	Juil. . 26.	$21\frac{26}{32}$	$20\frac{10}{32}$
25 . . .	$24\frac{14}{32}$	$22\frac{31}{32}$	Août. 26.	$20\frac{25}{32}$	$20\frac{9}{32}$
26 . . .	$24\frac{7}{32}$	$22\frac{23}{32}$	Sept. 26.	$20\frac{20}{32}$	$20\frac{8}{32}$
27 . . .	24	$22\frac{14}{32}$	Oct. . 26.	$20\frac{28}{32}$	$20\frac{19}{52}$
28 . . .	$23\frac{25}{32}$	$22\frac{6}{32}$	Nov. 26.	$21\frac{3}{32}$	$20\frac{30}{32}$
29 . . .	$23\frac{22}{32}$	$22\frac{1}{32}$	Déc. 26.	$21\frac{2}{32}$	$20\frac{30}{32}$

On voit par cette expérience, comparée avec la précédente, que le bois du centre ou cœur de chêne ne se desséche pas tout-à-fait autant que l'aubier, en supposant même que les morceaux eussent pesé 30 on-

ces, au lieu de 28 $\frac{13}{16}$, & cela à cause du desséchement qui s'est fait pendant trois jours, depuis le 6 avril qu'on a abattu l'arbre dont ces morceaux ont été tirés, jusqu'au 9 du même mois, jour auquel ils ont été tirés du centre de l'arbre & travaillés. Mais, en partant de 28 onces $\frac{13}{16}$, ce qui étoit leur poids réel, on voit que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, car le morceau seul ne perd le premier jour que $\frac{3}{16}$ d'once, & les trois morceaux perdent $\frac{7}{16}$, au lieu qu'ils n'auroient dû perdre que $\frac{4}{16} + \frac{7}{9} + 16$. En prenant le desséchement du second jour, on voit que le morceau seul a perdu $\frac{4}{16}$; & les trois morceaux $\frac{9}{15}$, & que par conséquent il est à très peu près dans la même proportion avec les surfaces qu'il étoit le jour précédent, & la différence est en diminution; mais, dès le troisième jour, le desséchement est en moindre proportion que celle des surfaces, car les surfaces étant 27 & 43, les desséchemens seroient comme 5 & 7 $\frac{26}{27}$ s'ils étoient en même proportion; au lieu que les desséchemens sont comme 5 & 7 ou $\frac{5}{16}$ & $\frac{7}{16}$. Ainsi, dès le troisième jour, le desséchement qui d'abord s'étoit fait dans une plus grande proportion que celle des surfaces, devient plus petit, & au douzième jour le desséchement des trois morceaux est égal à celui du morceau seul; & ensuite les trois morceaux continuent à perdre moins que le morceau seul; ainsi le desséchement se fait comme dans l'expérience précédente, d'abord dans une plus grande raison que celle des surfaces,

ſurfaces, enſuite dans une moindre proportion; & enfin il devient abſolument moindre pour la ſurface plus grande; l'expérience ſuivante confirmera encore cette eſpèce de règle ſur le deſſéchement du bois.

EXPÉRIENCE V.

J'AI pris dans le même arbre, qui m'avoit ſervi à l'expérience précédente, deux morceaux cylindriques de cœur de chêne, tous deux de 4 pouces 2 lignes de diamètre, & d'un pouce 4 lignes d'épaiſſeur : j'ai diviſé l'un de ces morceaux en 8 parties par 8 rayons tirés du centre, & j'ai fait fendre ce morceau en huit, ſelon la direction de ces rayons; ſuivant ces meſures, la ſuperficie des 8 morceaux eſt à très peu prés double de celle d'un ſeul morceau, & ce morceau ſeul, auſſi-bien que les 8 morcaux, peſoient chacun 11 onces $\frac{11}{16}$, ce qui revient à très peu près à 70 livres le pied cube : voici la table de leur deſſéchement. On doit obſerver, comme dans l'expérience précédente, qu'il y avoit trois jours que l'arbre dont j'ai tiré ces morceaux de bois, étoit abattu, & que par conſéquent la quantité totale du deſſéchement doit être augmentée de quelque choſe.

TABLE du desséchement d'un morceau de bois, & de huit morceaux, desquels la superficie étoit double de celle du premier morceau, le p[illegible] étant le même.

Mois & Jours		Poids du seul morceau.	Poids des 8 morceaux.	Mois & Jours		Poids du seul morceau.	Poids des 8 morceaux.
1734.		*onces.*	*onces.*	1734.		*onces.*	*onces.*
Avril.	9 à 8h du s.	$11\frac{11}{16}$	$11\frac{11}{16}$	Avril.	29.	$8\frac{29}{32}$	8 [illegible]
	10 à 6h du m.	$11\frac{19}{32}$	$11\frac{14}{32}$		30.	$8\frac{27}{32}$	8 [illegible]
	11 même heure.	$11\frac{11}{32}$	11	Mai.	1.r.	$8\frac{26}{32}$	8 [illegible]
	12 . . .	$11\frac{4}{32}$	$10\frac{23}{32}$		2.	$8\frac{25}{32}$	8 [illegible]
	13 . . .	$10\frac{30}{32}$	$10\frac{14}{32}$		3.	$8\frac{24}{32}$	8 [illegible]
	14 . . .	$10\frac{25}{32}$	$10\frac{5}{32}$		5.	$8\frac{21}{32}$	8 [illegible]
	15 . . .	$10\frac{19}{32}$	$9\frac{28}{32}$		9.	$8\frac{19}{32}$	8 [illegible]
	16 . . .	$10\frac{13}{32}$	$9\frac{19}{32}$		13.	$8\frac{16}{32}$	8 [illegible]
	17 . . .	$10\frac{7}{32}$	$9\frac{11}{32}$		17.	$8\frac{13}{32}$	8 [illegible]
	18 . . .	$10\frac{1}{32}$	$9\frac{7}{32}$		21.	$8\frac{9}{32}$	8 [illegible]
	19 . . .	$9\frac{29}{32}$	$9\frac{1}{32}$		25.	$8\frac{7}{32}$	8 [illegible]
	20 . . .	$9\frac{24}{32}$	$8\frac{29}{32}$		29.	$8\frac{5}{32}$	8 [illegible]
	21 . . .	$9\frac{20}{32}$	$8\frac{29}{32}$	Juin.	6.	$8\frac{6}{32}$	8 [illegible]
	22 . . .	$9\frac{16}{32}$	$8\frac{23}{32}$		26.	$8\frac{5}{32}$	8 [illegible]
	23 . . .	$9\frac{13}{32}$	$8\frac{21}{3}$	Juil.	26.	8 [illegible]	8 [illegible]
	24 . . .	$9\frac{10}{32}$	$8\frac{19}{32}$	Août.	26.	$8\frac{3}{2}$	8 [illegible]
	25 . . .	$9\frac{7}{32}$	$8\frac{17}{32}$	Sept.	26.	$8\frac{3}{32}$	8 [illegible]
	26 . . .	$9\frac{5}{32}$	$8\frac{14}{32}$	Oct.	26.	$8\frac{5}{32}$	8 [illegible]
	27 . . .	$9\frac{1}{32}$	$8\frac{12}{32}$	Nov.	26.	$8\frac{7}{32}$	8 [illegible]
	28 . . .	$8\frac{30}{32}$	$8\frac{9}{32}$	Déc.	26.	$8\frac{7}{32}$	8 [illegible]

On voit ici, comme dans les expériences précédentes, que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces; ensuite moindre, puis beaucoup moindre, & enfin que la plus pe-

tite surface vient bientôt à perdre plus que la plus grande.

On peut obſerver auſſi par les derniers termes de cette Table, qu'après le deſſéchement entier, au 26 août, ces morceaux de bois ont augmenté de peſanteur par l'humidité des mois de ſeptembre, octobre & novembre, & que cette augmentation s'eſt faite proportionnellement aux ſurfaces.

EXPÉRIENCE VI.

Pour comparer le deſſéchement du bois parfait qu'on appelle le cœur, *avec le deſſéchement du bois imparfait qu'on appelle* l'aubier.

LE 1er avril 1734, j'ai fait tirer du corps d'un chêne abattu la veille, deux parallélipipèdes, l'un de cœur & l'autre d'aubier, qui peſoient tous deux 6 onces $\frac{1}{4}$; ils étoient de même figure, mais le morceau d'aubier étoit d'environ un quinzième plus gros que le morceau de cœur, parce que la denſité du cœur de chêne nouvellement abattu, eſt à très peu prés d'une quinzième partie plus grande que la denſité de l'aubier.

TABLE du desséchement de ces morceaux de bois.

MOIS & JOURS.	Poids du cœur de chêne.	Poids du morceau d'aubier.	MOIS & JOURS.	Poids du cœur de chêne.	Poids du morceau d'aubier.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril. 1.er à midi.	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	Avril. 24.	4 $\frac{63}{64}$	4 $\frac{32}{64}$
2. . .	6 $\frac{3}{32}$	6 $\frac{1}{32}$	25.	4 $\frac{62}{64}$	4 $\frac{30}{64}$
3. . .	6 $\frac{1}{31}$	5 $\frac{30}{32}$	26.	4 $\frac{58}{64}$	4 $\frac{28}{64}$
4. . .	5 $\frac{31}{32}$	5 $\frac{26}{32}$	27.	4 $\frac{58}{64}$	4 $\frac{26}{64}$
5. . .	5 $\frac{29}{32}$	5 $\frac{22}{32}$	28.	4 $\frac{54}{64}$	4 $\frac{24}{64}$
6. . .	5 $\frac{28}{33}$	5 $\frac{20}{32}$	29.	4 $\frac{52}{64}$	4 $\frac{22}{64}$
7. . .	5 $\frac{25}{32}$	5 $\frac{15}{32}$	30.	4 $\frac{50}{64}$	4 $\frac{20}{64}$
8. . .	5 $\frac{22}{32}$	5 $\frac{9}{32}$	Mai . 1.er.	4 $\frac{50}{64}$	4 $\frac{20}{64}$
9. . .	5 $\frac{18}{32}$	5 $\frac{5}{32}$	5.	4 $\frac{45}{64}$	4 $\frac{18}{64}$
10. . .	5 $\frac{17}{32}$	5 $\frac{3}{32}$	9.	4 $\frac{45}{64}$	4 $\frac{15}{64}$
11. . .	5 $\frac{16}{32}$	5 $\frac{3}{64}$	13.	4 $\frac{42}{64}$	4 $\frac{14}{64}$
12. . .	5 $\frac{15}{32}$	5	17.	4 $\frac{40}{64}$	4 $\frac{12}{64}$
13. . .	5 $\frac{29}{64}$	4 $\frac{63}{64}$	25.	4 $\frac{35}{64}$	4 $\frac{10}{64}$
14. . .	5 $\frac{26}{64}$	4 $\frac{60}{64}$	Juin . 22.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
15. . .	5 $\frac{25}{64}$	4 $\frac{58}{64}$	10.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
16. . .	5 $\frac{24}{64}$	4 $\frac{56}{64}$	26	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
17. . .	5 $\frac{20}{64}$	4 $\frac{52}{64}$	Juil. . 26.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
18. . .	5 $\frac{18}{64}$	4 $\frac{50}{64}$	Août. 26.	4 $\frac{31}{64}$	4 $\frac{7}{64}$
19. . .	5 $\frac{14}{64}$	4 $\frac{46}{64}$	Sept . 26.	4 $\frac{30}{64}$	4 $\frac{6}{64}$
20. . .	5 $\frac{10}{64}$	4 $\frac{44}{64}$	Oct. . 26.	4 $\frac{34}{64}$	4 $\frac{10}{64}$
21. . .	5 $\frac{6}{64}$	4 $\frac{40}{64}$	Nov . 26.	4 $\frac{37}{64}$	4 $\frac{15}{64}$
22. . .	5 $\frac{4}{64}$	4 $\frac{36}{64}$	Déc . 26.	4 $\frac{37}{64}$	4 $\frac{14}{64}$
23. . .	5	4 $\frac{34}{64}$			

On voit par cette Table, que sur 6 onces $\frac{3}{4}$ la quantité totale du desséchement du morceau de cœur de chêne est 1 once $\frac{25}{32}$, & que la quantité totale du desséchement du morceau d'aubier est de 2 onces $\frac{5}{32}$; de sorte que ces quantités sont entr'elles, comme 57 est à 69, & comme 15 $\frac{1}{4}$ est à 16 $\frac{1}{4}$, ce qui n'est pas fort différent de la proportion de densité du cœur & de l'aubier, qui est de 15 à 14. Cela prouve que le bois le plus dense, est aussi celui qui se desseche le moins. J'ai d'autres exépriences qui confirment ce fait: un morceau cylindrique d'alizier, qui pesoit 15 onces $\frac{1}{2}$, le 1er avril 1734, ne pesoit plus que 10 onces $\frac{1}{4}$ le 26 septembre suivant, & par conséquent ce morcau avoit perdu plus d'un tiers de son poids. Un morceau cylindrique de bouleau qui pesoit 7 onces $\frac{1}{2}$ le même jour, 1er avril, ne pesoit plus que 4 onces $\frac{4}{5}$ le 26 septembre suivant. Ces bois sont plus légers que le chêne, & perdent aussi un peu plus par le desséchement; mais la différence n'est pas grande, & on peut prendre pour règle générale de la quantité du desséchement dans les bois de toute espèce, la diminution d'un tiers de leur pesanteur en comptant du jour que le bois a été abattu.

On voit encore, par l'expérience précédente, que l'aubier se desséche d'abord beaucoup plus promptement que le cœur de chêne; car l'aubier étoit déjà à la moitié de son desséchement au bout de sept jours, & il a fallu vingt-quatre jours au morceau de cœur pour se dessécher à moitié; & par une

Table que je ne donne pas ici, pour ne pas trop grossir ce Mémoire, je vois que l'alizier avoit, en huit jours, acquis la moitié de son desséchement, & le bouleau en sept jours, d'où l'on doit conclure que la quantité qui s'évapore par le desséchement dans les différentes espèces de bois, est à-peu-près proportionnelle à leur densité; mais que le temps nécessaire pour que les bois acquièrent un certain degré de desséchement; par exemple, celui qui est nécessaire pour qu'on les puisse travailler aisément, que ce temps, dis-je, est bien plns long pour les bois pesans que pour les bois légers, quoiqu'ils arrivent à perdre à-peu-près également un tiers & plus de leur pesanteur.

Expérience VII.

Le 26 février 1744, j'ai fait exposer au soleil les deux morceaux de bois qui m'ont servi aux deux premieres expériences, & que j'ai gardés pendant vingt ans. Le plus ancien de ces morceaux, c'est-à-dire, celui qui a servi à la premiere expérience sur le desséchement, pesoit, le 26 février 1744, 31 livres 1 once 2 gros, & l'autre, c'est-à-dire, celui qui avoit servi à la seconde expérience, pesoit le même jour 26 février 1744, 31 livres 4 onces; ils avoient d'abord été desséchés à l'air pendant dix ans, ensuite ayant été exposés au Soleil depuis le 26 février jusqu'au 8 mars, & toujours garantis de la pluie, ils séchérent encore, & ne pesoient plus, le premier, que 30 livres 5 onces 4 gros, & le second, 30 li-

vres 6 onces deux gros ; pour les deſſécher encore davantage, je les fis mettre tous deux dans un four chauffé à 47 degrés au-deſſus de la congélation ; il étoit neuf heures quarante minutes du matin, on les a tirés du four deux heures après, c'eſt-à-dire, à onze heurs quarante minutes, on les a meſurés exactement, leurs dimenſions n'avoient pas changé ſenſiblement. J'ai ſeulement remarqué qu'il s'étoit fait des gerſures ſur les quatre faces les plus longues qui les rendoient d'une demi-ligne ou d'une ligne plus larges ; mais la hauteur etoit abſolument la même. On les a peſés en ſortant du four ; le morceau de la premiere expérience ne peſoit plus que 29 livres 6 onces 7 gros, & celui de la ſecoconde, 29 livres 6 onces ; dans le moment même je les ai fait jeter dans un grand vaiſſeau rempli d'eau, & on a chargé chaque morceau d'une pierre pour les aſſujettir au fond du vaiſſeau.

TABLE de l'imbibition de ces deux morceaux de bois qui étoient entiérement desséchés lorsqu'on les a plongés dans l'eau.

MOIS & JOURS	Temps pendant lequel les bois ont resté au four & à leau	POIDS des deux morceaux de bois.			
			Liv.	*onc.*	*gros.*
1744.					
Mars . . . 8 . . .	. . . .	1.er	30.	5.	4.
		2.d	30.	6.	2.
9 . . .	Mis au four * à 9h. 40 m. & tiré à 11h. 40 m. ils pesoient	1.er	29.	6.	7.
		2.d	29.	6.	7.
9 . . .	Jeté dans l'eau à 11 h. 40 m. & tiré à midi 40 m.	1.er	32.	0.	2.
		2.d	32.	12.	0.
9 . . .	1 heure. .	1.er	32.	8.	6.
		2.d	33.	4.	6.
9 . . .	1 heure. .	1.er	32.	13.	6.
		2.d	33.	9.	1.
9 . . .	1 heure. .	1.er	33.	1.	3.
		2.d	33.	13.	1.
9 . . .	1 heure. .	1.er	33.	3.	4.
		2.d	34.	0.	0.
9 . . .	1 heure. .	1.er	33.	6.	0.
		2.d	34.	1.	7.
9 . . .	1h 15'. . .	1.er	33.	8.	0.
		2.d	34.	4.	2.
9 . . .	1h 45'. . .	1.er	33.	9.	1.
		2.d	34.	5.	2.
9 . . .	1h 55'. . .	1.er	33.	16.	4.
		2.d	34.	6.	6.
9 . . .	1h 55'. . .	1.er	33.	11.	4.
		2.d	34.	7.	2.

* Le thermomètre a monté à 47 degrés, il étoit au degré de la congélation.

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.		Poids des deux morceaux de bois.		
			Liv.	onc.	gros.
1744.					
Mars . . . 9	1 heure . . ils pesoient.	1.er	32.	13.	2.
		2.d	34.	8.	7.
9	1 heure .	1.er	33.	13.	6.
		2.d	34.	10.	2.
10	11 heures .	1.er	34.	6.	6.
		2.d	35.	2.	6.
10	12 heures .	1.er	34.	11.	2.
		2.d	35.	7.	5.
11	12 heures .	1.er	35.	0.	0.
		2.d	35.	12.	1.
11	12 heures .	1.er	35.	3.	1.
		2.d	35.	14.	1.
12	12 heures .	1.er	35.	6.	5.
		2.d	36.	2.	6.
12	12 heures .	1.er	35.	9.	3.
		2.d	36.	5.	3.
13	12 heures .	1.er	35.	11.	6.
		2.d	36.	7.	6.
13	12 heures .	1.er	35.	14.	2.
		2.d	36.	10.	1.
14	12 heures .	1.er	36.	1.	2.
		2.d	36.	13.	1.
14	12 heures .	1.er	36.	3.	1.
		2.d	36.	15.	0.
15	12 heures .	1.er	36.	4.	6.
		2.d	37.	0.	7.
15	12 heures .	1.er	36.	6.	2.
		2.d	37.	2.	2.
16	12 heures .	1.er	36.	8.	1.
		2.d	37.	3.	4.
16	12 heures .	1.er	36.	9.	0.
		2.d	37.	5.	3.
17 . . .	12 heures .	1.er	36.	10.	2.
		2.d	37.	6.	0.

MOIS & JOURS.	Temps pendant lequel les bois on resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			Liv.	*onc.*	*gros.*
1744					
Mars . . . 17 . . .	12 heures .	1.er	36.	11.	2.
		2.d	37.	7.	3.
18 . . .	12 heures .	1.er	36.	12.	6.
		2.d	37.	8.	4.
18 . . .	12 heures .	1.er	36.	13.	2.
		2.d	37.	9.	4.
19 . . .	12 heures .	1.er	36.	14.	7.
		2.d	37.	10.	7.
19 . . .	12 heures .	1.er	37.	0.	2.
		2.d	37.	12.	2.
20 . . .	12 heures .	1.er	37.	1.	1.
		2.d	37.	13.	6.
20 . . .	12 heures .	1.er	37.	2.	0.
		2.d	37.	14.	3.
21 . . .	12 heures .	1.er	37.	3.	7.
		2.d	37.	15.	2.
21 . . .	12 heures .	1.er	37.	3.	6.
		2.d	38.	0.	7.
22 . . .	12 heures .	1.er	37.	4.	5.
		2.d	38.	1.	4.
22 . . .	12 heures .	1.er	37.	5.	2.
		2 d	38.	2.	4.
23 . . .	24 heures .	1.er	37.	6.	4.
		2.d	38.	3.	2.
24 . . .	24 heures .	1.er	37.	7.	7.
		2.d	38.	5.	0.
25 . . .	24 heures .	1.er	37.	9.	2.
		2.d	38.	6.	6.
26 . . .	24 heures .	1.er	37.	10.	3.
		2.d	38.	7.	5.
27 . . .	24 heures .	1.er	37.	11.	3.
		2.d	38.	8.	7.
28 . . .	24 heures .	1.er	37.	12.	2.
		2.d	38.	10.	0.

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.			
			Liv.	onc.	gros.
1744.					
Mars . . . 29 . . .	24 heures .	1.er	37.	13.	1.
		2.d	38.	10.	3.
30 . . .	24 heures .	1.er	37.	13.	6.
		2.d	38.	11.	3.
31 . . .	24 heures .	1.er	37.	14.	3.
		2.d	38.	11.	5.
Avril . . . 1.er . .	24 heures .	1.er	37.	14.	7.
		2.d	38.	12.	4.
2 . . .	24 heures .	1.er	38.	0.	1.
		2.d	38.	13.	1.
3 . . .	24 heures .	1.er	38.	0.	6.
		2.d	38.	14.	0.
4 . . .	24 heures .	1.er	38.	1.	2.
		2.d	38.	14.	2.
5 . . .	24 heures .	1.er	38.	1.	7.
		2.d	38.	15.	1.
6, pluie	24 heures .	1.er	38.	3.	0
		2.d	39.	0.	7.
7, pluie	24 heures .	1.er	38.	3.	3
		2.d	39.	1.	0
8, pluie	24 heures .	1.er	38.	3.	6.
		2.d	39.	1.	2
9, pluie	24 heures .	1.er	38.	4.	6.
		2.d	39.	1.	5.
10, pluie	24 heures .	1.er	38.	5.	1
		2.d	39.	2.	1
11, pluie	24 heures .	1.er	38.	6.	7
		2.d	39.	3.	4
12, fr. .	24 heures .	1.er	38.	7.	5.
		2.d	39.	5.	0.
13, sec.	24 heures .	1.er	38.	8.	7.
		2.d	39.	6.	4.
14, fr. .	24 heures .	1.er	38.	9.	6
		2.d	39.	6.	6.

MOIS & JOURS		Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
1744.				Liv.	onc.	gros.
Avril . . .	15, pluie	24 heures .	1.er	38.	10.	2.
			2.d	39.	7.	4.
	16, vent	24 heures .	1.er	38.	10.	7.
			2.d	39.	7.	7.
	17, pluie	24 heures .	1.er	38.	11.	4.
			2.d	39.	8.	2.
	18, beau	24 heures .	1.er	38.	12.	1.
			2.d	39.	9.	0.
	19, pluie	24 heures .	1.er	38.	13.	1.
			2.d	39.	9.	4.
	20, pluie	24 heures .	1.er	38.	13.	2.
			2.d	39.	10.	7.
	21, beau	24 heures .	1.er	38.	14.	0.
			2.d	39.	11.	0.
	22, beau	24 heures .	1.er	38.	14.	6.
			2.d	39.	11.	6.
	23, vent	24 heures .	1.er	38.	15.	6.
			2.d	39.	12.	5.
	24, pluie	24 heures .	1.er	39.	0.	3.
			2.d	39.	13.	5.
	25, pluie	24 heures .	1.er	39.	1.	5.
			2.d	39.	13.	7.
	26, sec .	24 heures .	1.er	39.	1.	6.
			2.d	39.	14.	2.
	27, vent	24 heures .	1.er	39.	3.	0.
			2.d	39.	15.	4.
	28, pluie	24 heures .	1.er	39.	4.	1.
			2.d	40.	1.	0.
	29, beau	24 heures .	1.er	39.	4.	3.
			2.d	40.	1.	0.
	30, sec .	24 heures .	1.er	39.	5.	1.
			2.d	40.	1.	7.
Mai . . .	1er, beau	24 heures .	1.er	39.	6.	0.
			2.d	40.	2.	7.

MOIS & JOURS.		Tems pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
				Liv.	*onc.*	*gros.*
1744.						
Mai	2, chaud	24 heures .	1.er	39.	6.	4.
			2.d	40.	4.	3.
	3, beau	24 heures .	1.er	39.	6.	7.
			2.d	40.	3.	7.
	4, beau	24 heures .	1.er	39.	7.	0.
			2.d	40.	4.	7.
	5, beau	24 heures .	1.er	39.	7.	5.
			2.d	40.	4.	4.
	6, vent	24 heures .	1.er	39.	7.	4.
			2.d	40.	4.	1.
	7, pluie	24 heures .	1.er	39.	7.	5.
			2.d	40.	5.	3.
	8, pluie	24 heures .	1.er	39.	8.	5.
			2.d	40.	5.	3.
	9, beau	24 heures .	1.er	39.	9.	2.
			2.d	40.	6.	0.
	11, vent	2 jours. .	1.er	39.	9.	1.
			2.d	40.	5.	3.
	13, vent.	2 jours. .	1.er	39.	9.	3.
			2.d	40.	5.	6.
	15, vent	2 jours. .	1.er	39.	9.	7.
			2.d	40.	5.	7.
	17, pluie	2 jours. .	1.er	39.	10.	5.
			2.d	40.	6.	3.
	19, pluie	2 jours. .	1.er	39.	11.	5.
			2.d	40.	7.	2.
	21, tonn.	2 jours. .	1.er	39.	12.	5.
			2.d	40.	8.	3
	23, beau	2 jours. .	1.er	39.	13.	3
			2.d	40.	9.	0
	25, pluie	2 jours. .	1.er	39.	14.	4.
			2.d	40.	10.	0.
	27, beau	2 jours. .	1.er	40.	1.	1.
			2.d	40.	12.	3.

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.		Poids des deux morceaux de bois. Liv.	onc.	gros.
1744.					
Mai . . . 29, beau	2 jours.	1.er	40.	2.	0
		2.d	40.	12.	4
31, beau	2 jours.	1.er	40.	1.	2
		2.d	40.	12.	5
Juin . . . 2, sec .	2 jours.	1.er	40.	2.	4
		2.d	40.	13.	2
4, pluie	2 jours.	1.er	40.	4.	1
		2.d	40.	14.	1
6, sec .	2 jours.	1.er	40.	5.	0
		2.d	40.	14.	7
8, sec .	2 jours.	1.er	45.	5.	0
		2.d	40.	14.	5
10, sec .	2 jours.	1.er	40.	5.	6
		2.d	40.	0.	0
12. . . .	2 jours.	1.er	40.	6.	5
		2.d	41.	0.	4
14, chaud	2 jours.	1.er	40.	7.	2
		2.d	41.	1.	0
16, pluie	2 jours.	1.er	40.	8.	3
		2.d	41.	1.	5
18, couv.	2 jours.	1.er	40.	10.	1
		2.d	41.	2.	7
20, pluie	2 jours.	1.er	40.	10.	4
		2.d	41,	3.	5
22, couv.	2 jours.	1.er	40.	11.	5
		2.d	41.	5.	3
24, chaud	2 jours.	1.er	40.	11.	7
		2.d	41.	5.	0
26, sec .	2 jours.	1.er	40.	13.	0
		2.d	41.	6.	2
28, sec .	2 jours.	1.er	40.	13.	3
		2.d	41.	6.	5
30, sec .	2 jours.	1.er	40.	14.	6
		2.d	41.	6.	7

MOIS & JOURS.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois			
			liv.	*onc.*	*gros.*
1744.					
Juillet . . . 2, chaud	2 jours. .	1.er	40.	14.	1.
		2.d	41.	7.	0.
4, pluie.	2 jours. .	1.er	40.	15.	3.
		2.d	41.	8.	5.
6, pluie.	2 jours. .	1.er	41.	0.	4.
		2.d	41.	8.	7.
8, vent.	2 jours. .	1.er	41.	1.	0.
		2.d	41.	10.	0.

Le 10 on a été obligé de les changer de cuvier, deux cercles s'étant brisés.

12, pluie.	4 jours. .	1.er	41	2.	6.
		2.d	41	10.	6.
16, pluie.	4 jours. .	1.er	41	4.	1.
		2.d	41	12.	0.
20, pluie.	4 jours. .	1.er	41	5.	0.
		2.d	41	13.	0.
24, couv.	4 jours. .	1.er	41	6.	6.
		2.d	41	4.	5.
28, beau.	4 jours. .	1.er	41	8.	4.
		2.d	42	0.	0.
Août . . 1.er, vent.	4 jours. .	1.er	41	9.	4.
		2.d	42	1.	0.
5, couv.	4 jours. .	1.er	41	10.	0.
		2.d	42	2.	3.
9, chal.	4 jours. .	1.er	41	11.	4.
		2.d	42	3.	2.
13, pluie.	4 jours. .	1.er	41	12.	1.
		2.d	42	3.	7.
17, vent.	4 jours. .	1.er	41	12.	7.
		2.d	42	5.	3.
21, pluie.	4 jours. .	1.er	41	13.	5.
		2.d	42	5.	4.
25, var. .	4 jours. .	1.er	41	14.	7.
		2.d	42	6.	7.

Mois & Jours.		Tems pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.			
				liv.	*onc.*	*gros.*
1744.						
Août. . .	29, beau.	4 jours. .	1.er	42.	0.	4.
			2.d	42.	7.	2.
Septembre.	2, beau.	4 jours. .	1.er	42.	1.	0.
			2.d	42.	8.	0.
	6, beau.	4 jours. .	1.er	42.	2.	4.
			2.d	42.	9.	2.
	10, var. .	4 jours. .	1.er	42.	3.	5.
			2.d	42.	10.	5.
	14, beau.	4 jours. .	1.er	42.	5.	3.
			2.d	42.	11.	4.
	18, chaud	4 jours. .	1.er	42.	5.	4.
			2.d	42.	12.	0.
	22, beau.	4 jours. .	1.er	42.	4.	7.
			2.d	42.	11.	6.
	26, chaud	4 jours. .	1.er	42.	5.	4.
			2.d	42.	12.	2.
	30, beau.	4 jours. .	1.er	42.	6.	7.
			2.d	42.	13.	1.
Octobre. .	4, vent.	4 jours. .	1.er	42.	7.	4.
			2.d	42.	14.	2.
	8, pluie.	4 jours. .	1.er	42.	7.	5.
			2.d	42.	14.	2.
	12, pluie.	4 jours. .	1.er	42.	9.	0.
			2.d	42.	15.	0.
	16, pluie.	4 jours. .	1.er	42	9.	6.
			2.d	43	0.	3.
	20, pluie.	4 jours. .	1.er	42	10.	2.
			2.d	43	1.	3.
	24, pluie.	4 jours. .	1.er	42	12.	0.
			2.d	43	2.	4.
	28, gelée.	4 jours. .	1.er	42	12.	2.
			2.d	43	3.	0.
Novemb.	1.er, beau.	4 jours. .	1.er	42	12.	6.
			2.d	43	3.	2.

Mois & Jours.		Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.			
				Liv.	onc.	gros
1744.						
Novembre.	5, pluie.	4 jours.	1.er	42.	13.	2.
			2.d	43.	4.	0.
	9, beau.	4 jours.	1.er	42.	14.	0
			2.d	43.	4.	6
	13, beau.	4 jours.	1.er	42.	14.	4.
			2.d	43.	5.	2
	17, pluie.	4 jours.	1.er	42.	15.	2.
			2.d	43.	5.	6
	21, var..	4 jours.	1.er	43.	0.	2
			2.d	43.	6.	2.
	25, beau.	4 jours.	1.er	43.	1.	0
			2.d	43.	7.	0.
	29, neige & gelée.	4 jours.	1.er	43.	2.	..
			2.d	43.	8.	0.
Décembre.	3, dégel.	4 jours.	1.er	43.	2.	2.
			2.d	43.	8.	2.
	7, var..	4 jours.	1.er	43.	2.	6.
			2.d	43.	8.	4.
	11, gelée.	4 jours.	1.er	43.	3.	0
			2.d	43.	9.	0
	15, pluie, neige.	4 jours.	1.er	43.	2.	6
			2.d	43.	9.	6.
	19, pluie, brouil.	4 jours.	1.er	43.	3.	4.
			2.d	43.	9.	4
	23, pluie, neige.	8 jours.	1.er	43.	3.	5.
			2.d	43.	10.	0.
	31, neige, dégele.	8 jours.	1.er	43.	5.	0.
			2.d	43.	10.	6
1745.						
Janvier . .	8, brouil. & pluie.	8 jours.	1.er	43.	5.	4.
			2.d	43.	11.	2
	16, gelée.	4 jours.	1.er	43.	7.	4.
			2.d	43.	13.	6

MOIS. & JOURS.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS. des deux morceaux de bois.			
			liv.	*onc.*	*gros.*
1745.					
Janvier . 24, gelée, dégel. *a*.	8 jours.	1.er	43.	7.	3.
		2.d	43.	14.	0.
Février . 1.er, neige.	8 jours.	1.er	43.	7.	7.
		2.d	43.	15.	4.
9, pluie.	8 jours.	1.er	43.	8.	3.
		2.d	43.	15.	3.
17, pluie. vent, gel.	8 jours.	1.er	43.	8.	3.
		2.d	44.	0.	0.
27, beau.	8 jours.	1.er	43.	9.	6.
		2.d	44.	1.	0.
Mars . . 5, beau *b*, gelée.	8 jours.	1.er	43.	11.	4.
		2.d	44.	4.	0.
13, gelée.	8 jours.	1.er	44.	12.	2.
		2.d	44.	5.	0.
21, vent.	8 jours.	1.er	43.	11.	0.
		2.d	44.	3.	1.
29, beau.	8 jours.	1.er	43.	11.	0.
		2.d	44.	3.	2
Avril . . 6, sec. .	8 jours.	1.er	43.	11.	2.
		2.d	44.	3.	4
14, sec. .	8 jours.	1.er	43.	13.	4
		2.d	44.	5.	0
22, pluie.	8 jours.	1.er	43.	13.	0.
		2.d	44.	6.	0.
30, beau.	8 jours.	1.er	43.	13.	2.
		2.d	44.	5.	3.

a Le baquet étoit entiérement gelé, il n'y avoit qu'une pinte d'eau qui ne fut point glacée. On avoit changé les bois deux jours auparavant pour relier le baquet.

b Les bois étoient si fort serrés par la glace qu'il a fallu y jeter de l'eau chaude. Ils ont passé la nuit dans la cuisine auprès de la cheminée, & ils ont été pesé douze heures après l'eau chaude mise dans ce cuvier.

Mois & Jours.		Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.			
				liv.	*onc.*	*gros*
1745.						
Mai . . .	8, pluie.*c*	8 jours. .	1.er	43.	14.	3.
			2.d	44.	7.	2.
	16, beau, pluie.	8 jours. .	1.er	43.	15.	0.
			2.d	44.	7.	0.
	24, chaud pluie.	8 jours. .	1.er	44.	1.	0.
			2 d	44.	8.	1.
Juin . .	1.er, froid. giboul.	8 jours. .	1.er	44.	2.	3.
			2.d	44.	8.	7.
	9, frais, chaud.	8 jours. .	1.er	44.	3.	0.
			2.d	44.	9.	4.
	17, frais. vent.	8 jours. .	1.er	44.	2.	0.
			2.d	44.	9.	7.
	25, pluie. vent.	8 jours. .	1.er	44.	3.	4.
			2.d	44.	11.	1.
Juillet . . .	3, pluie. chaud.	8 jours. .	1.er	44.	3.	4.
			2.d	44.	11.	1.
	11, var..	8 jours. .	1.er	44.	4.	6.
			2.d	44.	11.	2.
	19, pluie. chaud.	8 jours. .	1.er	44.	5.	5.
			2.d	44.	13.	0.
	27, beau.	8 jours. .	1.er	44.	6.	6.
			2.d	44.	12.	0.
Août . . .	4, pluie.	8 jours. .	1.er	44.	7.	4.
			2 d	44.	13.	4.
	12, pluie.	8 jours. .	1.er	44.	8.	3.
			2.d	44.	14.	2.
	20, pluie.	8 jours. .	1.er	44.	9.	0.
			2.d	44.	15.	1.

c il eſt viſible ici que c'eſt la viciſſitude du temps qui détermine le plus ou le moins d'augmentation, après un pareil nombre de jours; les bois ont conſidérablement augmenté cette fois, parce que les deux jours, qui ont précédé celui qu'on les a peſés, il a fait une pluie continuelle par un vent du couchant, & le lendemain il a encore continué de pleuvoir un peu, & enſuite un temps couvert & humide.

MOIS & JOURS		Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
1745.				liv.	onc.	gros.
Août . . .	28, pluie, beau.	8 jours. .	1.er	44.	10.	1.
			2.d	45.	1.	0.
Septembre.	5, beau.	16 jours. .	1.er	44.	10.	4.
			2.d	45.	2.	4.
	21, beau.	16 jours. .	1.er	44.	11.	6.
			2.d	45.	4.	1.
Octobre . .	7, sec. .	16 jours. .	1.er	44.	13.	1.
			2.d	45.	5.	7.
	23, beau.	16 jours. .	1.er	44.	15.	6.
			2.d	45.	6.	1.
Novembre.	8, var. .	16 jours. .	1.er	45.	1.	4.
			2.d	45.	8.	2.
	24, hum.	16 jours. .	1.er	45.	4.	0.
			2.d	45.	9.	0.
Décembre.	10, gelée.	16 jours. .	1.er	45.	4.	6.
			2.d	45.	10.	1.
	26, hum.	16 jours. .	1.er	45.	5.	0.
			2.d	45.	10.	4.
1746.						
Janvier. .	11, var .	16 jours. .	1.er	45.	4.	4.
			2.d	45.	9.	0.
	27, gelée. pluie.	16 jours. .	1.er	45.	6.	8.
			2.d	45.	12.	0.
Fevrier. .	12, pluie, neige.	16 jours. .	1.er	45.	6.	4.
			2 d	45.	12.	0.
	28, dégel.	16 jours. .	1.er	45.	8.	0.
			2.d	45.	12.	4.
Mars. . .	16, gelée, dégel.	16 jours. .	1.er	45.	9.	0.
			2.d	45.	13.	0.
Avril. . .	1.er, vent neige.	16 jours. .	1.er	45.	9.	0.
			2.d	45.	13.	0.
	17, sec. .	16 jours. .	1.er	45.	9.	0.
			2.d	45.	14.	0.

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.	Liv.	onc.	gros.
1746.					
Mai . . . . 3, var. .	16 jours.	1.er	45.	10.	0.
		2.d	45.	13.	0.
19, sec & chaud.	16 jours.	1.er	45.	10.	0.
		2.d	46.	0.	0.
Juin . . . . 4, pluie.	16 jours.	1.er	45.	9.	4.
		2.d	45.	14.	2
20, var. .	16 jours.	1.er	45.	10.	6.
		2.d	46.	0.	0
Juillet . . . 6, varia. chaud.	16 jours.	1.er	45.	10.	5.
		2.d	46.	0.	1.
22, sec. .	16 jours.	1.er	45.	10.	5
		2.d	46.	0.	0.
Août. . . . 7, hum.	16 jours.	1.er	45.	12.	0
		2.d	46.	0.	7.
23, chaud	16 jours.	1.er	45.	15.	3.
		2.d	46.	2.	5
Septembre. 8, pluie.	16 jours.	1.er	45.	15.	6.
		2.d	46.	3.	0.
24, sec. .	16 jours.	1.er	46.	0.	6
		2.d	46.	3.	6.
Octobre . 10, hum.	16 jours.	1.er	46.	1.	3.
		2.d	46.	4.	3.
26, beau.	16 jours.	1.er	46.	1.	0
		2.d	46.	5.	0.
Novembre 11, var. .	16 jours.	1.er	46.	2.	0.
		2.d	46.	6.	0.
27, frIm.	16 jours.	1.er	46.	3.	1.
		2.d	46.	6.	9.
Décembre. 13, hum.	16 jours.	1.er	46.	41.	4.
		2.d	46.	7.	4.
29, hum.	16 jours.	1.er	46.	0.	3
		2.d	46.	7.	0

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.	Liv.	onc.	gros
1747.					
Janvier . . 14, gelée	16 jours.	1.er	46.	3.	0.
		2.d	46.	8.	0.
30, hum.	16 jours.	1.er	46.	2.	0.
		2.d	46.	7.	0.
Février. . 15, temp.	16 jours.	1.er	46.	1.	2.
		2.d	46.	6.	0.
Mars. . . . 3, dégel	16 jours.	1.er	46.	3.	0.
		2.d	46.	8.	0.
19, froid.	16 jours.	1.er	46.	2.	8.
		2.d	46.	8.	8.
Avril . . . 4, pluie.	16 jours.	1.er	46.	5.	1.
		2.d	46.	9.	5.
20, sec .	16 jours.	1.er	46.	4.	7.
		2.d	46.	8.	1.
Mai. . . . 6, temp.	16 jours.	1.er	46.	6.	4.
		2.d	46.	9.	4.
22, var. .	16 jours.	1.er	46.	5.	7.
		2.d	46.	9.	0.
Juin. . . . 7, pluv.	16 jours.	1.er	46.	8.	2.
		2.d	46.	10.	3.
23, temp. pluvieux.	16 jours.	1.er	46.	9.	1.
		2.d	46.	12.	1.
Juillet . . . 9, var. .	16 jours.	1.er	46.	10.	0
		2.d	46.	13.	0.
25, chaud & hum.	16 jours.	1.er	46.	12.	0.
		2.d	46.	14.	4.
Août. . . 10 chaud vent.	16 jours.	1.er	46.	11.	0
		2.d	46.	13.	2.
26, chaud pluie	16 jours.	1.er	46.	12.	0.
		2.d	46.	15.	0.
Septembre. 11, sec .	16 jours.	1.er	46.	11.	0.
		2.d	46.	13.	0.
27, pluv.	16 jours.	1.er	46.	11.	0.
		2.d	46.	13.	4.

MOIS & JOURS	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	*onc.*	*gros.*
1747.					
Octobre . 27, beau, couvert.	30 jours.	1.er	46.	12.	0.
		2.d	46.	15.	0.
Novembre 27, bruin. pend. 8 j.	30 jours.	1.er	46.	14.	0.
		2.d	47.	0.	4.
Décembre. 27, pluv.	30 jours.	1.er	46.	15.	0.
		2.d	47.	1.	7.
1748.					
Janvier. . 27, gelée. neige & dégel.	30 jours.	1.er	47.	0.	0.
		2.d	47.	2.	0.
Fevrier. . 27, dégel. & doux.	30 jours.	1.er	47.	1.	0.
		2.d	47.	2.	4.
Mars. . . 27, froid.	30 jours.	1.er	47.	0.	4.
		2.d	47.	4.	0.
Avril. . . 27, froid & pluv.	30 jours.	1.er	47.	2.	0.
		2.d	47.	3.	0.
Mai . . . 27, sec & froid.	30 jours.	1.er	46.	2.	0.
		2.d	47.	4.	0.
Juin . . . 27, sec. .	30 jours.	1.er	46.	14.	0.
		2.d	47.	1.	0.
Juillet . . 27, chal. . & pluie.	30 jours.	1.er	47.	16.	2.
		2.d	47.	2.	1.
Août . . . 27, chal., brouillards.	30 jours.	1.er	47.	2.	0.
		2.d	47.	4.	0.
Septembre 27, pluv.	30 jours.	1.er	47.	3.	0.
		2.d	47.	5.	5.
Octobre . 27, hum.	30 jours.	1.er	47.	7.	3.
		2.d	47.	7.	4.
Novembre 27, gelée.	30 jours.	1.er	47.	4.	1.
		2.d	47.	7.	4.
Décembre. 27, pluie & vent.	30 jours.	1.er	47.	4.	4.
		2.d	47.	6.	7.

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1749.					
Janvier. . 27, pluv.	30 jours. .	1.er	47.	6.	4.
		2.d	47.	7.	4.
Février. . 27, pluie. ensuite sec.	30 jours. .	1.er	47.	6.	0.
		2.d	47.	8.	2.
Mars. . . 27, pluv.	30 jours. .	1.er	47.	8.	0.
		2.d	47.	9.	4.
Avril. . . 27, vent.	30 jours. .	1.er	47.	7.	0.
		2.d	47.	9.	0.
Mai . . . 27, chaud	30 jours. .	1.er	47.	6.	0.
		2.d	47.	8.	0.
Juin . . . 27, var. .	30 jours. .	1.er	47.	6.	4.
		2.d	47.	8.	0.
Juillet . . 27, var. .	30 jours. .	1.er	47.	7.	2.
		2.d	47.	8.	2.
Août. . . 27, pluv.	30 jours. .	1.er	47.	10.	0.
		2.d	47.	11.	0.
Septembre 27, sec. .	30 jours. .	1.er	47.	8.	0.
		2.d	47.	10.	0.
Octobre. . 27, sec. .	30 jours. .	1.er	47.	6.	0.
		2.d	47.	7.	0.
Novemb. . 27, pluv.	30 jours. .	1.er	47.	12.	0.
		2.d	48.	0.	0.
Décembre 27, gelée. dégel.	30 jours. .	1.er	47.	14.	0.
		2.d	47.	15.	0.
1750.					
Janvier . . 27, hum.	30 jours. .	1.er	47	15.	0.
		2.d	47	15.	4.
Février. . 27, var. .	30 jours. .	1.er	47	15.	4.
		2.d	47	15.	6.
Mars . . . 27, beau.	30 jours. .	1.er	47	14.	0.
		2.d	48	2.	0.
Avril. . . 27, sec. .	30 jours. .	1.er	47	12.	4.
		2.d	47	13.	4.

Mois & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	Poids des deux morceaux de bois.	liv.	onc.	gros.
1750.					
Mai . . . 27, pluv.	30 jours.	1.er	47.	14.	0.
		2.d	47.	15.	0.
Juin . . . 27, bruin.	30 jours.	1.er	47.	13.	4.
		2.d	47.	13.	4.
Juillet. . . 27, chal.	30 jours.	1.er	47.	13.	0.
		2.d	47.	14.	0.
Août . . . 27, pluv.	30 jours.	1.er	48.	0.	0.
		2.d	48.	0.	0.
Septembre 27, bruin.	30 jours.	1.er	48.	1.	0.
		2.d	48.	1.	0.
Octobre. . 27, beau.	30 jours.	1.er	48.	1.	0.
		2.d	48.	1.	0.
Novembre 25, couvert. pluie.	30 jours.	1.er	48.	2.	0.
		2.d	48.	2.	0.
1751 *.					
Janvier. . 27, pluv.	61 jours.	1.er	48.	10.	0.
		2.d	48.	13.	0.
Février. . 27, gelée.	30 jours.	1.er	48.	9.	0.
		2.d	48.	10.	0.
Mars. . . 27, pluv.	30 jours.	1.er	48.	13.	0.
		2.d	48.	14.	0.
Avril. . 27, pluie.	30 jours.	1.er	48.	13.	0.
		2.d	48.	14.	0.
Mai . . . 27, pluv.	30 jours.	1.er	48.	13.	0.
		2.d	48.	13.	0.
Juin . . . 27, chal.	30 jours.	1.er	48.	8.	0.
		2.d	48.	12.	0.
Août. . . 27, temp.	60 jours.	1.er	48.	7.	0.
		2.d	48.	8.	0.
Octobre . 27, pluv.	60 jours.	1.er	49.	0.	0.
		2.d	49.	0.	0.

* On a oublié de peser les deux morceaux de bois dans le mois de Décembre.

Mois. & Jours.	Temps pendant lequel les bois ont reſté à l'eau.	Poids. des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1750.					
Décembre 24, gelée.	60 jours.	1.er	48.	10.	0.
		2.d	48.	10.	0.
1752.					
Février . . 27, var.	60 jours.	1.er	48.	9.	0.
		2.d	48.	11.	0.
Avril . . 27, ſec.	60 jours.	1.er	48.	6.	0.
		2.d	48.	6.	0.
Juin. . . 27, chaud pluvieux.	60 jours.	1.er	48.	8.	0.
		2.d	48.	8.	0
Août . . 27, beau.	60 jours.	1.er	48.	10.	0.
		2.d	48.	10.	0.
Octobre , 27, beau.	60 jours.	1.er	48.	10.	4.
		2.d	48.	11.	4.
Décembre. 27, pluv.	60 jours.	1.er	48.	11.	0.
		2.d	48.	12.	0.
1753.					
Février. . 27, hum. doux.	60 jours.	1.er	48.	10.	4.
		2.d	48.	11.	6.
Avril . . 27, pluv.	60 jours.	1.er	48.	11.	4.
		2.d	48.	12.	0.

On voit par cette expérience qui a duré vingt ans :

1°. Qu'après le deſſéchement à l'air pendant dix ans, & enſuite au Soleil & au feu pendant dix jours, le bois de chêne parvenu au dernier degré de ſon deſſéchement, perd plus d'un tiers de ſon poids lorſqu'on le travaille tout verd, & moins d'un tiers lorſqu'on le garde dans ſon écorce pendant

un an, avant de le travailler. Car le morceau de la premiere expérience s'est, en dix ans, réduit de 45 livres 10 onces à 29 livres 6 onces 7 gros; & le morceau de la seconde expérience s'est réduit en neuf ans, de 42 livres 8 onces à 29 livres 6 onces.

2°. Que le bois gardé dans son écorce, avant d'être travaillé, prend plus promptement & plus abondamment l'eau, & par conséquent l'humidité de l'air, que le bois travaillé tout verd. Car le premier morceau, qui pesoit 29 livres 6 onces 7 gros lorsqu'on l'a mis dans l'eau, n'a pris en une heure que, 2 livres 8 onces 3 gros, tandis que le second morceau, qui pesoit 29 livres 6 onces, a pris dans le même temps 3 livres 6 onces. Cette différence dans la plus prompte & la plus abondante imbibition, s'est soutenue très long-temps. Car, au bout de vingt-quatre heures de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 4 livres 15 onces 7 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 5 livres 4 onces 6 gros. Au bout de huit jours, le premier morceau n'avoit pris que 7 livres 1 once 2 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 7 livres 12 onces 2 gros. Au bout d'un mois, le premier morceau n'avoit pris que 8 livres 12 onces, tandis que le second a pris, dans le même temps, 9 livres 11 onces 2 gros. Au bout de trois mois de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 10 livres 14 onces 1 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 11 livres 8

onces 5 gros. Enfin ce n'a été qu'au bout de quatre ans sept mois, que les deux morceaux se sont trouvés à très-peu-près égaux en pesanteur :

3°. Qu'il a fallu vingt mois pour que ces morceaux de bois, d'abord desséchés jusqu'au dernier degré ayent repris dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient sur pied & au moment qu'on venoit d'abattre l'arbre dont ils ont été tirés. Car, au bout de ces vingt mois de séjour dans l'eau, ils pesoient 45 livres quelques onces, à-peu-près autant que quand on les a travaillés :

4°. Qu'après avoir pris pendant vingt mois de séjour dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient d'abord, ces bois ont continué à pomper l'eau pendant cinq ans. Car, au mois d'octobre 1751, ils pesoient tous deux également 49 livres. Ainsi, le bois plongé dans l'eau, tire non-seulement autant d'humidité qu'il contenoit de sève, mais encore près d'un quart au-delà ; & la différence en poids de l'entier desséchement à la pleine imbibition, est de trente à cinquante, ou de trois à cinq environ. Un morceau de bois bien sec, qui ne pèse que 3 livres, en pesera 5 lorsqu'il aura séjourné plusieurs années dans l'eau :

5°. Lorsque l'imbibition du bois dans l'eau est pléniere, le bois suit au fond de l'eau les vicissitudes de l'atmosphere ; il se trouve toujours plus pesant lorsqu'il pleut, & plus léger lorsqu'il fait beau, comme on le voit par les pesées de ces bois dans les dernieres années des expériences, en 1751, 1752.

& 1753 ; en ſorte qu'on pourroit dire, avec juſte raiſon, qu'il fait plus humide dans l'eau lorſqu'il pleut que quand il fait beau temps.

EXPÉRIENCE VIII.

Pour reconnoître la différence de l'imbibition des bois dont la ſolidité eſt plus ou moins grande.

LE 2 avril 1735, j'ai fait prendre dans un chêne âgé de ſoixante ans, qui venoit d'être abattu, trois petits cylindres, l'un dans le centre de l'arbre, le ſecond à la circonférence du bois parfait, & l'autre dans l'aubier; ces trois cylindres peſoient chacun 985 grains. Je les ai mis dans un vaſe rempli d'eau douce tous trois en même temps, & je les ai peſés tous les jours pendant un mois, pour voir dans quelle proportion ſe faiſoit leur imbibition.

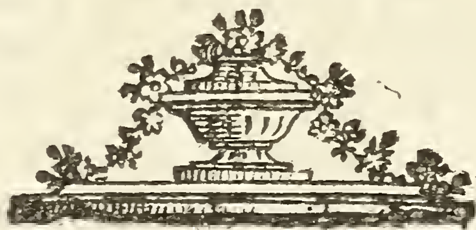


TABLE de l'imbibition de ces cylindres de bois.

DATES des PESÉES.	Poids des trois Cylindres.		
	CŒUR.	Circonf. du cœur.	AUBIER
1735.	*grains.*	*grains.*	*grains.*
Avril. . . le 2 . . .	985 .	985 .	985 .
3 à 6h m.	1011 .	1016 .	1065 .
4 . . .	1021 .	1027 .	1065 .
5, pluie.	1023 .	1034 .	1073½.
6, hum.	1030 .	1040 .	1081 .
7, hum.	1035 .	1044 .	1083 .
8, pluie.	1036 .	1048 .	1088½.
9, hum.	1037 .	1051 .	1090 .
10, couv.	1039 .	1055 .	1092½.
11, sec. .	1040 .	1056 .	1084 .
12, sec. .	1042 .	1059 .	1078 .
13, sec. .	1845 .	1061 .	1078½.
14, couv.	1048½.	1064 .	1079½.
15, sec. .	1050¾.	1065 .	1078 .
16, chaud	1051 .	1066 .	1074 .
17, chaud	1051½.	1067 .	1072 .
18, sec. .	1052 .	1068 .	1073 .
19, sec. .	1053 .	1069 .	1071 .
20, couv.	1056 .	1072 .	1072 .
21, pluie.	1057 .	1073 .	1079 .
22, couv.	1057½.	1075½.	1078½.
23, couv.	1058 .	1077 .	2074½.
24, sec. .	1059 .	1078½.	1074 .
25, sec. .	1060 .	1079 .	1074 .
1735.			
Avril. . . 29, sec. .	1065 .	1065 .	1074½.
Mai . . . 5, chaud	1060½.	1068½.	1071 .
9, sec. .	1072 .	1093 .	1071 .
13, chaud	1073 .	1099½.	1070 .

DATES des PESÉES	Poids des trois cylindres.		
	CŒUR.	circonf du cœur.	AUBIER
1735.	*grains.*	*grains.*	*grains.*
21, pluie.	1075 .	1101 .	1070 .
25, pluie.	1077½.	1103½.	1084 .
Juin . . . . 2, sec. .	1078 .	1103½.	1071 .
10, hum.	1082	1108 .	1078½.
18, sec. .	1080 .	1105 .	1064 .
Juillet . . . 6, pluie.	1088 .	1109 .	1069 .
15, pluie.	1096 .	1112 .	1077 .
25, pluie.	1113 .	1126 .	1098 .
Août . . 25, sec. .	1112 .	1122 .	1065 .
Septembre. 25, pluie.	1120 .	1126 .	1092 .
Octobre . 25, pluie.	1128 .	1130 .	1124 .

Cette expérience présente quelque chose de fort singulier ; on voit que pendant le premier jour l'aubier, qui est le moins solide des trois morceaux, tire 80 grains pesant d'eau, tandis que le morceau de la circonférence du cœur n'en tire que 31, le morceau du centre 26 ; & que le lendemain ce même morceau d'aubier cesse de tirer l'eau, en sorte que, pendant vingt-quatre-heures entieres, son poids n'a pas augmenté d'un seul grain, tandis que les, deux autres morceaux continuent à tirer l'eau & à augmenter de poids ; & en jetant les yeux sur la Table de l'imbibition de ces trois morceaux, on voit que celui du centre & celui de la circonférence, prennent des augmentations de pesanteur depuis le 2 avril jusqu'au 10

juin, au lieu que le morceau d'aubier augmente & diminue de pesanteur par des variations fort irrégulieres. Il a été mis dans l'eau le 1 avril à midi, le ciel étoit couvert & l'air humide; ce morceau pesoit comme les deux autres 985 grains. Le lendemain à dix heures du matin, il pesoit 1065 grains; ainsi, en dix-huit heures il avoit augmenté de 80 grains, c'est-à-dire, environ $\frac{1}{12}$ de son poids total. Il étoit naturel de penser qu'il continueroit à augmenter de poids; cependant, au bout de dix-huit heures, il a cessé tout d'un coup de tirer de l'eau, & il s'est passé vingt-quatre heures sans qu'il ait augmenté; ensuite ce morceau d'aubier a repris de l'eau, & a continué d'en tirer pendant six jours, en sorte qu'au 10 avril il avoit tiré 107 grains $\frac{1}{2}$ d'eau; mais les deux jours suivans, le 11 & le 12, il a reperdu 14 grains $\frac{1}{2}$, ce qui fait plus de la moitié de ce qu'il avoit tiré les six jours précédens; il a demeuré presque stationnaire & au même point pendant les trois jours suivans, les 13, 14 & 15, après quoi il a continué à rendre l'eau qu'il a tirée, en sorte que le 19 du même mois il se trouve qu'il avoit rendu 21 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10. Il a diminué encore plus aux 13 & 21 du mois suivant, & encore plus au 18 de juin, car il se trouve qu'il a perdu 28 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10 avril. Après cela il a augmenté pendant le mois de juillet, & au 25 de ce mois, il s'est trouvé avoir tiré en total 113 grains pesant d'eau. Pendant le mois d'août il en a repris 33 grains; & enfin il a augmenté en

ſeptembre, & ſurtout en octobre ſi conſidérablement, que le 25 de ce dernier mois, il avoit tiré en total 139 grains.

Une expérience, que j'avois faite dans une autre vue, a confirmé celle-ci; je vais en rapporter le detail pour en faire la comparaiſon.

J'avois fait faire quatre petits cylindres d'aubier de l'arbre dont j'avois tiré les petits morceaux de bois qui m'ont ſervi à l'expérience rapportée ci-deſſus. Je les avois fait travailler le 8 avril, & je les avois mis dans le même vaſe. Deux de ces petits cylindres avoient été coupés dans le côté de l'arbre qui étoit expoſé au nord lorſqu'il étoit ſur pied, & les deux autres petits cylindres avoient été pris dans le côté de l'arbre qui étoit expoſé au midi. Mon but, dans cette expérience, étoit de ſavoir ſi le bois de la partie de l'arbre qui eſt expoſée au midi, eſt plus ou moins ſolide que le bois qui eſt expoſé au nord. Voici la proportion de leur imbibition.



TABLE de l'imbibition de ces quatre cylindres.

DATES des PESÉES.		Poids des morceaux Septentrionaux.		Poids des morceaux Méridionaux.	
		L'un.	l'autre	L'un	l'autre
1735.		grains.	grains.	grains.	grains.
Avril	8.	64 .	64 .	64 .	64 .
	9.	76¼.	76 .	73½.	73½.
	10.	76½.	76 .	73¾.	73½.
	11.	76¾.	76 .	74 .	74 .
	12.	77 .	76 .	74 .	74 .
	13.	76¾.	76½.	74½.	74½.
Avril	14.	76¾.	76¼.	75 .	74½.
	15.	77¼.	77 .	75¼.	75⅛.
	16.	77 .	76¼.	74½.	74½.
	17.	76½.	76 .	74¼.	73¾.
	18.	77 .	76¼.	74¼.	73¾.
	19.	77 .	76 .	74 .	73¾.
	21.	78¼.	77 .	75 .	75 .
	25.	77 .	76 .	74 .	74 .
	29.	77½.	76½.	74½.	74 .
Mai.	5.	77½.	76½.	74 .	74 .
	13.	77¾.	77½.	74 .	74 .
	28.	78 .	77 .	75 .	75 .
Juin.	30.	78 .	76¾.	75 .	75 .
Juillet	25.	80½.	80 .	78½.	78 .
Août	25.	76¾.	76¼.	74¾.	74 .
Septembre .	25.	80¾.	80¼.	79½.	79¼.
Octobre. . .	25.	84¼.	84 .	83 .	83 .

Cette expérience s'accorde avec l'autre, & on voit que ces quatre morceaux d'aubier augmentent & diminuent de poids les mêmes jours que le morceau d'aubier de l'autre expérience augmente ou diminue, & que par conséquent il y a une cause générale qui produit ces variations. On en sera encore plus convaincu, après avoir jeté les yeux sur la Table suivante.

Le 11 avril de la même année, j'ai pris un morceau d'aubier du même arbre, qui pesoit, avant que d'avoir été mis dans l'eau, 7 onces 3 gros. Voici la proportion de son imbibition.

MOIS & JOURS.		POIDS du morceau.	MOIS & JOURS.		POIDS du morceau.
1735.		*onces.*	1735.		*onces.*
Avril .	11.	$7\frac{24}{36}$.	Avril	21.	$7\frac{56}{64}$.
	12.	$7\frac{50}{64}$.		25.	$7\frac{56}{64}$.
	13.	$7\frac{56}{64}$.	Mai	5.	$7\frac{56}{64}$.
	14.	$7\frac{56}{64}$.		25.	$7\frac{58}{64}$.
	15.	$7\frac{59}{64}$.	Juin	25.	$7\frac{58}{64}$.
	16.	$7\frac{58}{64}$	Juillet	25.	$8\frac{6}{64}$.
	17.	$7\frac{56}{64}$.	Août	25.	$7\frac{58}{64}$.
	18.	$7\frac{54}{64}$.	Septembre. .	25.	$7\frac{60}{64}$.
	19.	$7\frac{55}{64}$.	Octobre . .	25.	$8\frac{8}{64}$.

Cette expérience confirme encore les autres, & on ne peut pas douter, à la vue de ces Tables, des variations singulieres qui arrivent au bois dans l'eau. On voit que tous ces morceaux de bois ont augmenté

considérablement au 25 juillet, qu'ils ont tous diminué considérablement au 25 août, & qu'ensuite ils ont tous augmenté encore plus considérablement aux mois de septembre & d'octobre.

Il est donc très certain que le bois plongé dans l'eau, en tire & rejette alternativement dans une proportion dont les quantités sont très considérables par rapport au total de l'imbibition; ce fait après que je l'eus absolument vérifié m'étonna. J'imaginai d'abord que ces variations pouvoient dépendre de la pesanteur de l'air; je pensai que l'air étant plus pesant dans le temps qu'il fait sec & chaud, l'eau chargée alors d'un plus grand poids, devoit pénétrer dans les pores du bois avec une force plus grande, & qu'au contraire lorsque l'air est plus léger, l'eau qui y étoit entrée par la force du plus grand poids de l'atmosphère pouvoit en ressortir; mais cette explication ne va pas avec les observations; car il paroît au contraire, par les Tables précédentes, que le bois dans l'eau augmente toujours de poids dans les temps de pluie, & diminue considérablement dans les temps secs & chauds, & c'est ce qui me fit proposer, quelques années après, à M. Dalibard de faire ces expériences sur le bois plongé dans l'eau, en comparant les variations de la pesanteur du bois avec les mouvemens du baromètre, du thermomètre, & de l'hygromètre, ce qu'il a exécuté avec succès & publié dans le premier volume des Mémoires Etrangers, imprimés par ordre de l'Académie.

EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE IX.

Sur l'imbibition du bois vert.

LE 9 avril 1735, j'ai pris dans le centre d'un chêne abattu le même jour, âgé d'environ ſoixante ans, un morceau de bois cylindrique qui peſoit 11 onces; je l'ai mis tout de ſuite dans un vaſe plein d'eau, que j'ai eu ſoin de tenir toujours rempli à la même hauteur.



TABLE de l'imbibition de ce morceau de cœur de chêne [a]

ANNÉE MOIS & JOURS.	POIDS du cœur de chên.	ANNÉE MOIS & JOURS.	POIDS du cœur de chên.
1735.	*onces.*	1735.	*onces.*
Avril . . . . 9.	11.	Avril. . . 22.	$11\frac{3}{66}$.
10.	$11\frac{16}{64}$.	25.	$11\frac{34}{64}$.
11.	$11\frac{24}{64}$.	29.	$11\frac{40}{64}$.
12.	$11\frac{26}{64}$.	Mai. . . . 5.	$11\frac{42}{64}$.
13.	$11\frac{28}{64}$.	13.	$11\frac{46}{64}$.
14.	$11\frac{29}{64}$.	29.	$11\frac{54}{64}$.
15.	$11\frac{32}{64}$.	Juin. . . . 14.	$11\frac{58}{64}$.
16.	$11\frac{34}{64}$.	35.	$11\frac{58}{64}$.
17.	$11\frac{34}{64}$.	Juillet. . . 25.	$11\frac{60}{64}$ [b]
18.	$11\frac{34}{64}$.	Août . . . 25.	$11\frac{60}{64}$.
19.	$11\frac{34}{64}$.	Septembre. 25.	12
20.	$11\frac{34}{64}$.	Octobre. . 25.	$12\frac{6}{64}$
21.	$11\frac{35}{64}$.		

(*a*) L'eau, quoique changée très souvent, prenoit une couleur noire peu de temps après que le bois y étoit plongé; quelquefois cette eau étoit recouverte d'une espèce de pellicule huileuse, & le bois a toujours été gluant jusqu'au 29 Avril, quoique l'eau se soit clarifiée qulques jours auparavant.

(*b*) On voit que dans les temps auxquels les aubiers des expériences précédentes diminuent aulieu d'augmenter de pesanteur dans l'eau, le bois de cœur de chêne n'augmente ni ne diminue.

Il paroît, par cette expérience, qu'il y a dans le bois une matiere grasse que l'eau dissout fort aisément ; il paroît aussi qu'il y a des parties de fer dans cette matiere grasse qui donnent la couleur noire.

On voit que le bois qui vient d'être coupé, n'augmente pas beaucoup en pesanteur dans l'eau, puisqu'en six mois l'augmentation n'est ici que d'une douzième partie de la pesanteur totale.

Expérience X.

Sur l'imbibition du bois sec, tant dans l'eau douce que dans l'eau salée.

Le 22 avril 1735, j'ai pris dans une solive de chêne, travaillée plus de vingt ans auparavant, & qui avoit toujours été à couvert, deux petits parallélipipèdes d'un pouce d'équarrissage, sur deux pouces de hauteur. J'avois auparavant fait fondre dans une quantité de 15 onces d'eau, une once de sel marin; après avoir pesé les morceaux de bois dont je viens de parler, & avoir écrit leur poids, qui étoit de 450 grains chacun, j'ai mis l'un de ces morceaux dans l'eau salée, & l'autre dans une égale quantité d'eau commune.

Chaque morceau pesoit, avant que d'être dans l'eau, 450 grains; ils y ont été mis à cinq heures du soir, & on les a laissé surnager librement.

TABLE de l'imbibition de ces deux morceaux de bois.

ANNÉES MOIS & JOURS.			Poids du bois imb. d'eau commune.	Poids du bois imb. d'eau salée.
1735.			*grains.*	*grains.*
Avril. . . .	22	à 7h du soir.	485.	481.
		à 10h du soir.	495.	487.
	23	à 6h du soir.	$506\frac{1}{2}$.	495.
		à 6h du soir.	$521\frac{1}{2}$.	502.
	24	à 6h du mat.	$531\frac{1}{2}$.	$509\frac{1}{2}$.
	25	même heur.	547.	$517\frac{1}{2}$ *
	26	. . . .	560.	528.
	27	à 6h du mat.	573.	533.
	28	. . . .	582.	$539\frac{1}{2}$.
	29	. . . .	$589\frac{1}{2}$.	$545\frac{1}{2}$.
	30	. . . .	598,	549.
Mai . . .	1.er	. . . .	603.	551.
Mai . . .	2	. . . .	$609\frac{1}{2}$.	$553\frac{1}{2}$.
	5	. . . .	628.	585.
	9	. . . .	$648\frac{1}{2}$.	597.
	13	. . . .	667.	607.
	17	. . . .	682.	616.
	21	. . . .	684.	625.
	29	. . . .	704.	630.
Juin . . .	6	. . . .	$712\frac{1}{2}$.	640.
	14	. . . .	732.	648.
	30	. . . .	$763\frac{1}{2}$.	$663\frac{1}{2}$.
Juillet. . .	25	. . . .	770.	701.
Août. . .	25	. . . .	$782\frac{1}{2}$.	736.
Septembre.	25	. . . .	$788\frac{1}{2}$.	$756\frac{1}{2}$.
Octobre . .	25	. . . .	$796\frac{1}{2}$.	760.

* Il s'étoit formé de petits cristaux de sel tout autour du morceau, un peu au-dessous de la ligne de l'eau dans laquelle il surnageoit.

J'ai obſervé dans le cours de cette expérience, que le bois devient plus gliſſant & plus huileux dans l'eau douce que dans l'eau ſalée, l'eau douce devient auſſi plus noire. Il ſe forme dans l'eau ſalée de petits criſtaux qui s'attachent au bois ſur la ſurface ſupérieure, c'eſt-à-dire, ſur la ſurface qui eſt la plus voiſine de l'air. Je n'ai jamais vu de criſtaux ſur la ſurface inférieure. On voit, par cette expérience, que le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau ſalée. On en ſera convaincu en jetant le yeux ſur les Tables ſuivantes.

Le même jour 22 avril, j'ai pris dans la même ſolive ſix morceaux de bois d'un pouce d'équarriſſage, qui peſoient chacun 430 grains; j'en ai mis trois dans 45 onces d'eau ſalée de 3 onces de ſel, & j'ai mis les trois autres dans 45 onces d'eau douce & dans des vaſes ſemblables. Je les avois numérotés; 1, 2, 3, étoient dans l'eau ſalée; & les numéros 4, 5, 6, étoient dans l'eau douce.

TABLE de l'imbibition de ces six morceaux.

Nota Avant d'avoir été mis dans l'eau, ils pesoient 430 grains, on les a mis dans l'eau à cinq heures & demie du soir.

MOIS & JOURS des PESÉES.	POIDS des numér. 1, 2, 3.	POIDS des numér. 4, 5, 6.
1735.	grains.	grains.
Avril. . . . 22 à 6 heures & demie.	450 . .	454.
	449½. .	452.
	448½. .	451.
à 7 heures & demie.	453 . .	459.
	454 . .	458.
	451 . .	455½.
à 8 heures & demie.	456 . .	463.
	455 . .	462.
	453 . .	459½.
à 9 heures & demie.	458 . .	466.
	457 . .	465.
	455 . .	462.
22 à 6 heures du matin.	457 . .	479½.
	464 . .	476½.
	463 . .	475.
à 6 heures du soir.	475 . .	494½.
	474 . .	491.
	471 . .	488.
24, même heure.	482 . .	505½.
	480 . .	503.
	479 . .	501.
Avril. . . . 25	490¾. .	518½.
	486½. .	516.
	485½. .	513.
26	501 . .	532.
	467 . .	529.
	495 . .	527½.

Mois & Jours des Pesées,		Poids des numér. 1, 2, 3.	Poids des numé. 4, 5, 6.
1735.		grains.	grains.
	27	507½	545.
		504	540.
		499½	539.
	28	514	555.
		509	552.
		505½	551.
	29	517	560½.
		513	557½.
		507	555½.
	30	522	571.
		520½	568.
		512½	567.
Mai	1.er	527	575.
		525	571½.
		515	570.
	2 à 6 heures du ſoir.	530½	582.
		529	577.
		519½	575.
	5	567	600.
		564	594.
		555	593.
Mai	9	573	621½.
		570	613½.
		561½	606.
	13	581	634½.
		578	632½.
		570	624½.
	17	589	653.
		582	648.
		575	637.

Mois & Jours des Pesées.	Poids des numér. 1, 2, 3.	Poids des numér. 4, 5. 6.
1735.	*grains.*	*grains.*
	597 . .	670.
21	584 . .	655.
	583 . .	649.
	$619\frac{1}{2}$. .	682.
29	618 . .	667.
	612 . .	664.
	622 . .	694.
Juin. . . 6 à 6 heures	$620\frac{1}{2}$. .	680.
du soir.	613 . .	$679\frac{1}{2}$.
	628 . .	703.
14	627 . .	696.
	620 . .	$691\frac{1}{2}$.
	645 . .	724.
30	642 . .	715.
	634 . .	$713\frac{1}{2}$.
	$663\frac{1}{2}$. .	$737\frac{3}{4}$.
Juillet. . . 25	657 . .	$731\frac{1}{2}$.
	648 . .	729.
	688 . .	747.
Août . . 25	694 . .	742.
	686 . .	736.
	718 . .	752.
Septembre. 25	711 . .	748.
	704 . .	740.
	723 . .	$757\frac{1}{2}$.
Octobre.	$713\frac{1}{2}$. .	751.
	$707\frac{1}{2}$. .	742.

Il résulte de cette expérience & de toutes les précédentes :

1.° Que le bois de chêne perd environ un tiers de ſon poids par le deſſéchement ; & que les bois moins ſolides que le chêne perdent plus d'un tiers de leur poids :

2.° Qu'il faut ſept ans au moins pour deſſécher des ſolives de 8 à 9 pouces de groſſeur, & que par conſéquent il faudroit beaucoup plus du double de temps, c'eſt-à-dire, plus de quinze ans pour deſſécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarriſſage :

3.° Que le bois abattu & gardé dans ſon écorce ſe deſsèche ſi lentement, que le temps qu'on le garde dans ſon écorce eſt en pure perte pour le deſſéchement, & que par conſéquent il faut équarrir les bois peu de temps après qu'ils auront été abattus :

4.° Que quand le bois eſt parvenu aux deux tiers de ſon deſſéchement, il commence à repomper l'humidité de l'air, & qu'il faut par conſéquent conſerver dans des lieux fermés, les bois ſecs qu'on veut employer à la menuiſerie :

5.° Que le deſſéchement du bois ne diminue pas ſenſiblement ſon volume, & que la quantité de la sève eſt le tiers de celle de parties ſolides de l'arbre :

6.° Que le bois de chêne abattu en pleine sève, s'il eſt ſans aubier, n'eſt pas plus ſujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre ſaiſon :

7.° Que le deſſéchement du bois, eſt d'abord en raiſon plus grande que celle des ſurfaces, & enſuite en moindre raiſon : que le

deſſéchement total d'un morceau de bois de volume égal, & de ſurface double d'un autre, ſe fait en deux ou trois fois moins de temps : que le deſſéchement total du bois à volume égal & ſurface triple, ſe fait en cinq ou ſix fois environ moins de temps.

8°. Que l'augmentation de peſanteur que le bois ſec acquiert en repompant l'humidité de l'air, eſt proportionnelle à la ſurface.

9°. Que le deſſéchement total des bois, eſt proportionnel à leur légéreté, en ſorte que l'aubier ſe deſsèche plus que le cœur de chène, dans la raiſon de ſa denſité relative, qui eſt à-peu-près de $\frac{1}{15}$ moindre que celle du cœur :

10°. Que quand le bois eſt entiérement deſſéché à l'ombre, la quantité dont on peut encore le deſſécher en l'expoſant au Soleil, & enſuite dans un four échauffé à 47 degrés, ne ſera guere que d'une dix-ſeptième ou dix-huitième partie du poids total du bois, & que par conſéquent ce deſſéchement artificiel eſt coûteux & inutile :

11°. Que les bois ſecs & légers lorſqu'ils ſont plongés dans l'eau, s'en rempliſſent en très peu de temps ; qu'il ne faut, par exemple, qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour ſe remplir d'eau, au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne :

12°. Que le bois de cœur de chêne, n'augmente que d'une douzième partie de ſon poids total, lorſqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper, & qu'il faut même un très long temps pour qu'il au-

gmente de cette douzième partie en pesanteur :

13°. Que le bois plongé dans l'eau douce, la tire plus promptement & plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée, ne tire l'eau salée :

14°. Que le bois plongé dans l'eau s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se dessèche à l'air, puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premieres expériences pour reprendre dans l'eau la moitié de toute l'humidité qu'ils avoient perdue par le desséchement en sept ans ; & qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avoient jamais eu ; en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau, ils pesoient autant que quand on les avoit coupé douze ans auparavant.

15°. Enfin que, quand les bois sont entiérement remplis d'eau, ils éprouvent au fond de l'eau des variations relatives à celles de l'atmosphere, & qui se reconnoissent à la variation de leur pesanteur ; & quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations, on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau, est plus humide lorsque l'air est humide, & moins humide lorsque l'air est sec, puisqu'il pèse constamment plus dans les temps de pluie que dans les beaux temps.

ARTICLE III.

Sur la conservation & le rétablissement des Forêts.

Le bois, qui étoit autrefois très commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, & nous sommes menacé pour l'avenir d'en manquer absolument; ce seroit une vraie perte pour l'Etat d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, & de tirer de chez eux à grands frais ce que nos soins & quelque légere économie peuvent nous procurer. Mais il faut s'y prendre à temps, il faut commencer dès aujourd'hui; car si notre indolence dure, si l'envie pressante que nous avons de jouir continue à augmenter notre indifférence pour la postérité; enfin si la police des bois n'est pas réformée, il est à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du domaine de nos Rois, ne deviennent des terres incultes, & que le bois de service, dans lequel consiste une partie des forces maritimes de l'Etat, ne se trouve consommé & détruit sans espérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui sont préposés à la conservation des bois, se plaignent eux-mêmes de leur dépérissement; mais ce n'est pas assez de se plaindre d'un mal qu'on ressent déjà, & qui ne peut qu'augmenter avec le temps, il faut chercher le remède; & tout bon citoyen doit donner au Public les expériences & les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'A-

cadémie, l'utilité publique eſt le but de ſes travaux. Ces raiſons ont engagé feu M. de Réaumur à nous donner, en 1721, de bonnes remarques ſur l'état des bois du royaume. Il poſe des faits inconteſtables, il offre des vues ſaines, & il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs, & me trouvant à portée des bois, je les ai obſervés avec une attention particuliere ; & enfin animé par les ordres de M. le Comte de Maurepas, j'ai fait pluſieurs expériences ſur ce ſujet. Des vues d'utilité particuliere, autant que de curioſité de phyſicien, m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis ſous mes yeux ; j'ai fait des pépinieres d'arbres foreſtiers, j'ai ſemé & planté pluſieurs cantons de bois ; & ayant fait toutes ces épreuves en grand, je ſuis en état de rendre compte du peu de ſuccès de pluſieurs pratiques qui réuſſiſſoient en petit, & que les auteurs d'agriculture avoient recommandées. Il en eſt ici comme de tous les autres arts, le modèle qui réuſſit le mieux en petit, ſouvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets ſur les bois, doivent ſe réduire à tâcher de conſerver ceux qui nous reſtent, & à renouveller une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner les moyens de conſervation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de ſervice du Royaume conſiſtent dans les forêts qui appartiennent à Sa Majeſté, dans les réſerves des eccléſiaſtiques

& des gens de main-morte, & enfin dans les baliveaux que l'Ordonnance oblige de laisser dans tous les bois.

On sait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'est pas de bonne qualité, & que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai observé fort souvent les effets de la gelée du printemps dans deux cantons de bois taillis voisins l'un de l'autre. On avoit conservé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes successives, dans l'autre, on n'avoit conservé que les baliveaux de la derniere coupe; j'ai reconnu que la gelée avoit fait un si grand tort au taillis surchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans sur douze. L'exposition étoit la même; j'ai sondé le terrein en différens endroits, il étoit semblable. Ainsi je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre & à l'humidité que les baliveaux jetoient sur le taillis, & à l'obstacle qu'ils formoient au desséchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent & du soleil.

Les arbres qui poussent vigoureusement en bois, produisent rarement beaucoup de fruit; les baliveaux se chargent d'une grande quantité de glands, & annoncent par là leur foiblesse. On imagineroit que ce gland devroit repeupler & garnir le bois, mais cela se réduit à bien peu de chose; car de plusieurs millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines; & ce petit nombre est bientôt étouffé par l'ombre continuel & le

manque d'air, ou supprimé par le *dégouttement* de l'arbre & par la gelée qui est toujours plus vive près de la surface de la terre, ou enfin détruit par les ostacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrein traversé d'une infinité de racines & d'herbes de toute espèce. On voit à la vérité quelques arbres de brin dans les taillis; ces arbres viennent de graines, car le chêne ne se multiplie pas par rejetons au loin, & ne pousse pas de la racine; mais ces arbres de brin sont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, & sont dûs aux mulots ou aux oiseaux, qui, en transportant les glands, en sement une grande quantité. J'ai su mettre à profit ces graines que les oiseaux laissent tomber. J'avois observé dans un champ qui, depuis trois ou quatre ans, étoit demeuré sans culture, qu'autour de quelques petits buissons qui s'y trouvoient fort loin les uns des autres, plusieurs petits chênes avoient paru tout d'un coup; je reconnus bientôt par mes yeux, que cette plantation appartenoit à des geais, qui, en sortant des bois, venoient d'habitude se placer sur ces buissons pour manger leur gland, & en laissoient tomber la plus grande partie, qu'ils ne se donnoient jamais la peine de ramasser. Dans un terrein que j'ai planté dans la suite, j'ai eu soin d'y mettre de petits buissons, les oiseaux s'en sont emparés, & ont garni les environs d'une quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du temps qu'on ait commencé à s'appercevoir du dépérissement

des bois, puisqu'autrefois nos Rois ont donné des ordres pour leur conservation. La plus utile de ces ordonnances est celle qui établit dans les bois des ecclésiastiques & gens de main-morte, la réserve du quart pour croître en futaie; elle est ancienne, & a été donnée pour la premiere fois en 1573, confirmée en 1597, & cependant demeurée sans exécution jusqu'à l'année 1669. Nous devons souhaiter qu'on ne se relâche point à cet égard; ces réserves sont un fonds, un bien réel pour l'Etat, un bien de bonne nature, car elles ne sont pas sujettes aux défauts des baliveaux; rien n'a été mieux imaginé, & on en auroit bien senti les avantages, si jusqu'à présent le crédit, plutôt que le besoin, n'en eût pas disposé. On préviendroit cet abus en supprimant l'usage arbitraire des permissions, & en établissant un temps fixe pour la coupe des réserves : ce temps seroit plus ou moins long, selon la qualité du terrein, ou plutôt selon la profondeur du sol; car cette attention est absolument nécessaire. On pourroit donc en régler les coupes à cinquante ans dans un terrein de deux pieds & demi de profondeur, à soixante-dix ans dans un terrein de 3 pieds & demi, & à cent ans dans un terrein de 4 pieds & demi & au-delà de profondeur. Je donne ces termes d'après les observations que j'ai faites, au moyen d'une tariere haute de cinq pieds, avec laquelle j'ai sondé quantité de terreins, où j'ai examiné en même temps la hauteur, la grosseur & l'âge des arbres; cela se trouvera

aſſez juſte pour les terres fortes & paitriſſables. Dans les terres légeres & ſablonneuſes, on pourroit fixer les termes des coupes à quarante, ſoixante & quatre-vingts ans ; on perdroit à attendre plus long-temps, & il vaudroit infiniment mieux garder du bois de ſervice dans des magaſins, que de le laiſſer ſur pied dans les forêts où il ne peut manquer de s'altérer après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne près d'Ancenis, il y a des terreins de communes qui n'ont jamais été cultivés, & qui, ſans être en nature de bois, ſont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougeres, de genets & de bruyeres, mais qui ſont en même temps plantés d'une aſſez grande quantité de chênes iſolés. Ces arbres, ſouvent gâtés par l'abroutiſſement du bétail, ne s'élèvent pas, ils ſe courbent, ils ſe tortillent, & ils portent une mauvaiſe figure, dont cependant on tire quelqu'avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre de pièces courbes pour la Marine, & par cette raiſon ils méritent d'être conſervés. Cependant on dégrade tous les jours ces eſpèces de plantations naturelles; les ſeigneurs donnent ou vendent aux payſans la liberté de couper dans ces communes, & il eſt à craindre que ces magaſins de bois courbes ne ſoient bientôt épuiſés. Cette perte ſeroit conſidérable, car les bois courbes de bonne qualité, tels que ſont ceux dont je viens de parler, ſont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire des bois courbes, & j'ai ſur cela des expé-

riences commencées qui pourront réussir ; & que je vais rapporter en deux mots. Dans un taillis j'ai fait couper à différentes hauteurs, savoir, à 2, 4, 6, 10 & 12 pieds au-dessus de terre, les tiges de plusieurs jeunes arbres, & quatre années ensuite j'ai fait couper le sommet des jeunes branches que ces arbres étêtés ont produites ; la figure de ces arbres est devenue, par cette double opération, si irréguliere, qu'il n'est pas possible de la décrire, & je suis persuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois seroit bien plus simple & bien plus aisée à pratiquer que celle de charger d'un poids ou d'assujettir par une corde la tête des jeunes arbres, comme quelques gens l'ont proposé (*c*).

Tous ceux qui connoissent un peu les bois, savent que la gelée du printemps est le fléau des taillis ; c'est elle qui, dans les endroits bas & dans les petits vallons, supprime continuellement les jeunes rejetons, & empêche le bois de s'élever ; en un mot, elle fait au bois un aussi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre, & si ce tort a jusqu'ici été moins connu, moins sensible, c'est que la jouissance d'un taillis étant éloignée, le propriétaire y fait moins d'attention, & se console plus aisément de la perte qu'il

(*c*) Ces jeunes arbres que j'avois fait étêter en 1734, & dont on avoit encore coupé la principale branche en 1737, m'ont fourni, en 1769, plusieurs courbes très bonnes, & dont je me suis servi pour les roues des marteaux & des soufflets de mes forges.

fait ; cependant cette perte n'en eſt pas moins réelle, puiſqu'elle recule ſon revenu de pluſieurs années. J'ai tâché de prévenir autant qu'il eſt poſſible, les mauvais effets de la gelée, en étudiant la façon dont elle agit, & j'ai fait ſur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien plus violemment à l'expoſition du midi qu'à l'expoſition du nord ; qu'elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut paſſer librement. Cette obſervation, qui eſt conſtante, fournit un moyen de préſerver de la gelée quelques endroits des taillis, au moins pendant les deux ou trois premieres années, qui ſont le temps critique, & où elle les attaque avec plus d'avantage; ce moyen conſiſte à obſerver, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord; il eſt aiſé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clauſe dans leur marché, & je me ſuis déjà très bien trouvé d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un pere de famille, un homme arrangé qui ſe trouve propriétaire d'une quantité un peu conſidérable de bois taillis, commence par les faire arpenter, borner, diviſer & & mettre en coupe réglée, il s'imagine que c'eſt-là le plus haut point d'économie; tous les ans, il vend le même nombre d'arpens, de cette façon ſes bois deviennent un revenu annuel; il ſe ſait bon gré de cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées: cependant il s'en faut bien que ce ſoit là le moyen de tirer de ſes tail-

lis tout le profit qu'on en pourroit obtenir; ces coupes réglées ne sont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent visiter; la coupe réglée de leurs bois est une espèce de ferme, ils comptent sur le produit, & le reçoivent sans se donner aucun soin, cela doit convenir à grand nombre de gens; mais pour ceux dont l'habitation se trouve fixée à la campagne, & même pour ceux qui y vont passer un certain temps toutes les années, il leur est facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général, on peut assurer que dans les bons terreins, on gagnera à les attendre, & que, dans les terreins où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes; mais il seroit à souhaiter qu'on pût donner de la précision à cette règle, & déterminer au juste l'âge où l'on doit couper les taillis; cet âge est celui ou l'accroissement du bois commence à diminuer. Dans les premieres années, le bois croît de plus en plus, c'est-à-dire, que la production de la seconde année est plus considérable que celle de la premiere année; l'accroissement de la troisième année est plus grand que celui de la seconde; ainsi, l'accroissement du bois augmente jusqu'à un certain âge, après quoi il diminue; c'est ce point, ce *maximum*, qu'il faut saisir pour tirer de son taillis tout l'avantage & tout le profit possible. Mais comment le reconnoître, comment s'assurer de cet instant? il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues & pénibles, des expériences telles que M. de Réaumur les a in-

diquées, qui puiſſent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croître de moins en moins; ces expériences conſiſtent à couper & peſer tous les ans le produit de quelques arpens de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, & reconnoître au bout de pluſiurs années l'âge où elle commence à diminuer.

J'ai fait pluſieurs autres remarques ſur la conſervation des bois, & ſur les changemens qu'on devroit faire aux Réglemens des forêts, que je ſupprime, comme n'ayant aucun rapport avec des matieres de Phyſique: mais je ne dois pas paſſer ſous ſilence ni ceſſer de recommander le moyen que j'ai trouvé d'augmenter la force & la ſolidité du bois de ſervice & que j'ai rapporté dans le premier article de ce Mémoire; rien n'eſt plus ſimple, car il ne s'agit, que d'écorcer le arbres, & les laiſſer ainſi ſécher & mûrir ſur pied avant que de les abattre. L'aubier devient, par cette opération, auſſi dur que le cœur de chêne, il augmente conſidérablement de force & denſité, comme je m'en ſuis aſſuré par un grand nombre d'expériences, & les ſouches de ces arbres écorcés & ſéchés ſur pied, ne laiſſent pas que repouſſer & de reproduire des rejetons; ainſi, il n'y a pas le moindre inconvénient à établir cette pratique, qui, en augmentant la force & la durée du bois mis en œuvre, doit en diminuer la conſommation, & par conſéquent doit être miſe au nombre des moyens de conſerver les bois. Venons maintenant à

ceux qu'on doit employer pour les renouveller.

Cet objet n'est pas moins important que le premier; combien y a-t-il dans le royaume de terres inutiles, de landes, de bruyeres, de communes qui sont absolument stériles? la Bretagne, le Poitou, la Guyenne, la Bourgogne, la Champagne, & plusieurs autres provinces ne contiennent que trop de ces terres inutiles; quel avantage pour l'Etat si on pouvoit les mettre en valeur! la plupart de ces terreins étoit autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans plusieurs de ces cantons déserts, où l'on trouve encore quelques vieilles souches presque entiérement pourries. Il est à croire qu'on a peu-à-peu dégradé les bois de ces terreins, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, & que par la succession des temps on les a absolument dégarnis. Nous pouvons donc raisonnablement espérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glace ne rien produire; mais comment peut-on s'accoutumer à souffrir au milieu des meilleures provinces d'un royaume, de bonnes terres en friches, des contrées entieres mortes pour l'état? je dis de bonnes terres, parce que j'en ai fait défricher qui non-seulement étoient de qualité à produire de bon bois, mais même des grains de toute espèce. Il ne s'agiroit donc que de semer ou de planter ces terreins; mais il faudroit que cela pût se faire sans grande dépense, ce qui ne laisse pas que

d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je souhaitois de m'instruire à fond sur la maniere de semer & de planter des bois, après avoir lu le peu que nos auteurs d'Agriculture disent sur cette matiere, je me suis attaché à quelques auteurs Anglois, comme Evelyn, Miller, &c. qui me paroissoient être plus au fait, & parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord suivre leurs méthodes en tout point, & j'ai planté & semé des bois à leur façon; mais je n'ai pas été long-temps sans m'appercevoir que cette façon étoit ruineuse, & qu'en suivant leurs conseils, les bois, avant que d'être en âge, m'auroient coûté dix fois plus que leur valeur. J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avoient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinieres, ou tout au plus dans quelques parcs, où l'on pouvoit cultiver & soigner les jeunes arbres; mais ce n'est point ce qu'on cherche quand on veut planter des bois; on a bien de la peine à se résoudre à la premiere dépense nécessaire, comment ne se refuseroit-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs deviennent immenses lorsqu'on plante de grands cantons! j'ai donc été obligé d'abandonner ces Auteurs & leurs méthodes, & de chercher à m'instruire par d'autres moyens; & j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été sans succès, mais qui du moins m'ont appris des faits, & m'ont mis sur la voie de réussir.

Pour travailler, j'avois toutes les facilités qu'on peut souhaiter, des terreins de toutes espèces, en friches & cultivés. Une grande quantité de bois taillis, & des pépinieres d'arbres forestiers où je trouvois tous les jeunes plants dont j'avois besoin; enfin j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois une espèce de terrein de quatre-vingts arpens, dont il y en avoit environ vingt en friche, & soixante en terres labourables, produisant tous les ans du froment & d'autres grains, même assez abondamment. Comme mon terrein étoit naturellement divisé en deux parties preque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés étoit d'un niveau fort uni, & que la terre me paroissoit être par-tout de même qualité, quoique de profondeur assez inégale, je pensai que je pourrois profiter de ces circonstances pour commencer une expérience dont le résultat est fort éloigné, mais qui sera fort utile; c'est de savoir, dans le même terrein, la différence que produit sur un bois l'inégalité de profondeur du sol, afin de déterminer plus juste que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper les bois de futaie. Quoique j'aye commencé fort jeune, je n'espere pas que je puisse me satisfaire pleinement à cet égard, même en me supposant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaisir d'observer quelque chose de nouveau tous les ans, pourquoi ne pas laisser à la postérité des expériences commencées? J'ai donc fait diviser mon terrein par quart d'arpent, & à chaque angle j'ai fait sonder la profondeur avec

avec ma tariere, j'ai rapporté ſur un plan tous les points où j'ai ſondé, avec la note de la profondeur du terrein & de la qualité de la pierre qui ſe trouvoit au-deſſous, dont la mèche de la tariere ramenoit toujours des échantillons; & de cette façon j'ai le plan de la ſuperficie & du fond de ma plantation, plan qu'il ſera aiſé quelques jours de comparer avec la production (*d*).

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrein en pluſieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un, j'ai fait donner trois labours à la charrue, dans un autre deux labours, dans un troiſième un labour ſeulement; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche & ſans avoir labouré; dans d'autres, j'ai fait ſimplement jeter des glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe; dans d'autres, j'ai planté de petits arbres que j'ai tirés

---

(*d*) Cette opération ayant été faite en 1734, & le bois ſemé la même année, on a recepé les jeunes plants en 1738 pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'eſt-à-dire, en 1758, ils formoient un bois dont les arbres avoient communément 8 à 9 pouces de tour au pied du tronc; on a coupé ce bois la même année, c'eſt-à-dire, 24 ans après l'avoir ſemé. Le produit n'a pas été tout-à-fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrein; mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois, qui n'a que 16 ans, eſt auſſi garni & produira tout autant que les bois anciennement plantés; & malgré l'inegalité de la profondeur du terrein, qui varie depuis 1 pied ½ juſqu'à 4 pieds ½, on ne s'apperçoit d'aucune différence dans la groſſeur des baliveaux réſervés dans les taillis.

de mes bois ; dans d'autres, des arbres de même eſpèce tirés de mes pépinieres ; j'en ai fait ſemer & planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques autres à ſix pouces ; dans d'autres, j'ai ſemé des glands que j'avois auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans de la lie-de-vin, dans l'eau qui s'étoit égoutée d'un fumier, dans de l'eau ſalée. Enfin, dans pluſieurs cantons, j'ai ſemé des glands avec de l'avoine ; dans pluſieurs autres, j'en ai ſemé que j'avois fait germer auparavant dans de la terre. Je vais rapporter en peu de mots le réſultat de toutes ces épreuves, & de pluſieurs autres que je ſupprime ici, pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrein où j'ai fait ces eſſais, m'a paru ſemblable dans toute ſon étendue ; c'eſt une terre fort paitriſſable, un tant ſoit peu mêlée de glaiſe, retenant l'eau longtemps, & ſe ſéchant aſſez difficilement, formant par la gelée & par la ſéchereſſe, une eſpèce de croûte avec pluſieurs petites fentes à ſa ſurface, produiſant naturellement une grande quantité d'hièbles dans les endroits cultivés, & de genièvres dans les endroits en friche ; ce terrein eſt environné de tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait ſemer avec ſoin tous les glands un à un & à un pied de diſtance les uns des autres, de ſorte qu'il en eſt entré environ douze meſures ou boiſſeaux de Paris dans chaque arpent. Je crois qu'il eſt néceſſaire de rappor-

ter ces faits pour qu'on puiſſe juger plus ſainement de ceux qui doivent ſuivre.

L'année d'après, j'ai obſervé avec grande attention l'état de ma plantation, & j'ai reconnu que dans le canton dont j'eſpérois le plus, & que j'avois fait labourer trois fois, & ſemer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avoit pas levé, les pluies de l'hiver avoient tellement battu & corroyé la terre, qu'ils n'avoient pu percer; le petit nombre de ceux qui avoient pu trouver iſſue, n'avoit paru que fort tard, environ à la fin de Juin; ils étoient foibles, effilés, la feuille étoit jaunâtre, languiſſante, & ils étoient ſi loin les uns des autres, le canton étoit ſi peu garni, que j'eus quelque regret aux ſoins qu'ils avoient coûtés. Le canton qui n'avoit eu que deux labours, & qui avoit auſſi été ſemé avant l'hiver, reſſembloit aſſez au premier; cependant il y avoit un plus grand nombre de jeunes chênes, parce que la terre étant moins diviſée par le labour, la pluie n'avoit pu la battre autant que celle du premier canton. Le troiſième, qui n'avoit eu qu'un ſeul labour, étoit par la même raiſon un peu mieux peuplé que le ſecond; mais cependant il l'étoit ſi mal, que plus des trois quarts de mes glands avoient encore manqué.

Cette épreuve me fit connoître que dans les terreins forts & mêlés de glaiſe, il ne faut pas labourer & ſemer avant l'hiver; j'en fus entiérement convaincu en jetant les yeux ſur les autres cantons. Ceux que j'avois fait labourer & ſemer au printemps, étoient bien

mieux garnis ; mais ce qui me surprit, c'est que les endroits où j'avois fait planter le gland à la pioche, sans aucune culture précédente, étoient considérablement plus peuplés que les autres ; ceux même où l'on n'avoit fait que cacher les glands sous l'herbe, étoient assez bien fournis, quoique les mulots, pigeons ramiers, & d'autres animaux en eussent emporté une grande quantité. Les cantons où les glan s avoient été semés à six pouces de profondeur, se trouverent beaucoup moins garnis que ceux où on les avoit fait semer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avois fait semer à un pied de profondeur, il n'en parut pas un, quoique dans un autre endroit où j'en avois fait mettre à neuf pouces, il en eût levé plusieurs. Ceux qui avoient été trempés pendant huit jours dans la lie-de-vin & dans l'égoût du fumier, sortirent de terre plutôt que les autres. Presque tous les arbres gros & petits que j'avois fait tirer de mes taillis, ont péri à la premiere ou à la seconde année, tandis que ceux que j'avois tirés de mes pépinieres ont presque tous réussi. Mais ce qui me donna le plus de satisfaction, ce fut le canton où j'avois fait planter au printemps les glands que j'avois fait auparavant germer dans de la terre, il n'en avoit presque point manqué ; à la vérité, ils ont levé plus tard que les autres, ce que j'attribue à ce qu'en les transportant ainsi tous germés, on cassa la radicule de plusieurs de ces glands.

Les années suivantes n'ont apporté aucun

changement à ce qui s'eſt annoncé dès la premiere année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois ſont demeurés toujours un peu au-deſſous des autres ; ainſi, je crois pouvoir aſſurer que pour ſemer une terre forte & glaiſeuſe, il faut conſerver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faiſant un lit de deux pouces de glands ſur un lit de terre d'un demi-pied, puis un lit de terre & un lit de glands toujours alternativement, & enfin en couvrant le magaſin d'un pied de terre pour que la gelée ne puiſſe y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de Mars, & on le plantera à un pied de diſtance. Ces glands qui ont germé ſont déjà autant de jeunes chênes, & le ſuccès d'une plantation faite de cette façon n'eſt pas douteux ; la dépenſe même n'eſt pas conſidérable, car il ne faut qu'un ſeul labour. Si l'on pouvoit ſe garantir des mulots & des oiſeaux, on réuſſiroit tout de même & ſans aucune dépenſe en mettant en automne le gland ſous l'herbe ; car il perce & s'enfonce de lui-même, & réuſſit à merveille ſans aucune culture dans les friches dont le gazon eſt fin, ſerré & bien garni, ce qui indique preſque toujours un terrein ferme & glaiſeux.

Comme je penſe que la meilleure façon de ſemer du bois dans un terrein fort & mêlé de glaiſe, eſt de faire germer les glands dans la terre, il eſt bon de raſſurer ſur le petit inconvénient dont j'ai parlé. On tranſporte le gland germé dans des manequins, des corbeilles, des paniers, & on ne peut éviter de rompre la radicule de pluſieurs de ces glands ;

mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur sortie de terre de quinze jours ou trois semaines, ce qui même n'est pas un mal, parce qu'on évite par-là celui que la gelée des matinées de Mai fait aux graines qui ont levé de bonne heure, & qui est bien plus considérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers, la moitié, les trois quarts, & même toute la radicule; je les ai semés dans un jardin où je pouvois les observer à toute heure, ils ont tous levé; mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai semé d'autres glands germés auxquels, outre la radicule, j'avois encore ôté l'un des lobes, ils ont encore levé; mais si on retranche les deux lobes, ou si l'on coupe la plume, qui est la partie essentielle de l'embryon végétal, ils perissent également.

Dans l'autre moitié de mon terrein, dont je n'ai pas encore parlé, il y a un canton dont la terre est bien moins forte que celle que j'ai décrite, & où elle est même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur; c'étoit un champ qui rapportoit beaucoup de grain, & qui avoit été bien cultivé. Je le fis labourer avant l'hiver; & aux mois de Novembre, Décembre, & Février, j'y plantai une collection nombreuse de toutes les espèces d'arbres des forêts, que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur, depuis trois pieds jusqu'à dix & douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris, & de ceux qui ont poussé à la premiere sève, un grand nombre a péri pendant les chaleurs du mois d'Août, plu-

ſieurs ont péri à la ſeconde, & encore d'autres la troiſième & la quatrième année; de ſorte que de tous ces arbres, quoique plantés & arrachés avec ſoin, & même avec des précautions peu communes, il ne m'eſt reſté que des ceriſiers, des aliſiers, des cormiers, des frênes & des ormes; encore les aliſiers & les frênes ſont-ils languiſſans, ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans; les cormiers ſont plus vigoureux, mais les mériſiers & les ormes ſont ceux qui de tous ont le mieux réuſſi. Cette terre ſe couvrit pendant l'été d'une prodigieuſe quantité de mauvaiſes herbes, dont les racines détruiſirent pluſieurs de mes arbres. Je fis ſemer auſſi dans ce canton des glands germés; les mauvaiſes herbes en étoufferent une grande partie; ainſi, je crois que dans les bons terreins, qui ſont d'une nature moyenne, entre les terres fortes & les terres légeres, il convient de ſemer de l'avoine avec les glands, pour prévenir la naiſſance des mauvaiſes herbes, dont la plupart ſont vivaces, & qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine qui ceſſe de pouſſer des racines au mois de Juillet. Cette obſervation eſt ſûre; car dans le même terrein les glands que j'avois fait ſemer avec l'avoine avoient mieux réuſſi que les autres. Dans le reſte de mon terrein, j'ai fait planter des jeunes chênes, de l'ormille & d'autres jeunes plants, tirés de mes pépinieres, qui ont bien réuſſi; ainſi je crois pouvoir conclure, avec connoiſſance de cauſe, que c'eſt perdre de l'argent & du temps que de faire arracher des

jeunes arbres dans les bois pour les transplanter dans des endroits où on est obligé de les abandonner & de les laisser sans culture, & que quand on veut faire des plantations considérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines sont fortes, & surmontent presque tous les obstacles, il faut des pépinieres où l'on puisse élever & soigner les jeunes arbres pendant les deux premieres années, après quoi on les pourra planter avec succès pour faire du bois.

M'étant donc un peu instruit à mes dépens en faisant cette plantation, j'entrepris l'année suivante d'en faire une autre presque aussi considérable dans un terrein tout différent; la terre y est sèche, légere, mêlée de gravier; & le sol n'a pas huit pouces de profondeur au-dessous duquel on trouve la pierre. J'y fis aussi un grand nombre d'épreuves dont je ne rapporterai pas le détail; je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terreins, & les semer avant l'hiver. Si l'on ne seme qu'au printemps, la chaleur du soleil fait périr les graines; si on se contente de les jeter ou de les placer sur la terre, comme dans les terreins forts, elles se desséchent & périssent, parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légeres, n'est pas assez garnie & assez épaisse pour les garantir de la gelée pendant l'hiver, & de l'ardeur du soleil au printemps. Les jeunes arbres arrachés dans les bois, réussissent encore moins dans ces terreins que dans les terres fortes; & si on veut les planter, il faut le faire

avant

avant l'hiver avec des jeunes plants pris en pépiniere.

Je ne dois pas oublier de rapporter une expérience qui a un rapport immédiat avec notre ſujet. J'avois envie de connoître les eſpèces de terreins qui ſont abſolument contraires à la végétation, & pour cela j'ai fait remplir une demi-douzaine de grandes caiſſes à mettre des orangers de matieres toutes différentes; la premiere de glaiſe bleue, la ſeconde de graviers gros comme des noiſettes, la troiſième de glaiſe couleur d'orange, la quatrième d'argile blanche, la cinquième de ſable blanc, & la ſixième de fumier de vache bien pourri. J'ai ſemé dans chacune de ces caiſſes un nombre égal de glands, de châtaignes & de graines de frênes, & j'ai laiſſé les caiſſes à l'air ſans les ſoigner & ſans les arroſer; la graine de frêne n'a levé dans aucune de ces terres; les châtaignes ont levé & ont vécu, mais ſans faire de progrès dans la caiſſe de glaiſe bleue. A l'égard des glands, il en a levé une grande quantité dans toutes les caiſſes, à l'exception de celle qui contenoit la glaiſe orangée qui n'a rien produit du tout. J'ai obſervé que les jeunes chênes qui avoient levé dans la glaiſe bleue & dans l'argile, quoiqu'un peu effilés au ſommet, étoient forts & vigoureux en comparaiſon des autres; ceux qui étoient dans le fumier pourri, dans le ſable & dans le gravier, étoient foibles, avoient la feuille jaune, & paroiſſoient languiſſans. En automne, j'en fis enlever deux dans chaque caiſſe; l'état des racines répondoit à celui de la tige; car dans

les glaiſes la racine étoit forte, & n'étoit proprement qu'un pivot gros & ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avoit qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier au contraire & dans le ſable, la racine s'étoit fort alongée, & s'étoit prodigieuſement diviſée; elle reſſembloit, ſi je puis m'exprimer ainſi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avoit guere qu'un pouce ou deux de longueur, & s'étoit diviſée dès ſa naiſſance en deux ou trois cornes courtes & foibles. Il eſt aiſé de donner les raiſons de ces différences; mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'eſt que le gland peut venir dans tous les terreins. Je ne diſſimulerai pas cependant que j'ai vu dans pluſieurs provinces de France des terreins d'une vaſte étendue couverts d'une petite eſpèce de bruyere, où je n'ai pas vu un chêne, ni aucune autre eſpèce d'arbres; la terre de ces cantons eſt légere comme de la cendre noire, poudreuſe, ſans aucune liaiſon. J'ai fait ultérieurement des expériences ſur ces eſpèces de terres, que je rapporterai dans la ſuite de ce Mémoire, & qui m'ont convaincu que ſi les chênes n'y peuvent croître, les pins, les ſapins, & peut-être quelques autres arbres utiles peuvent y venir. J'ai élevé de graine, & je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres; j'ai remarqué qu'ils demandent un terrein ſemblable à celui que je viens de décrire. Je ſuis donc perſuadé qu'il n'y a point de terrein, quelque mauvais, quelqu'ingrat qu'il paroiſſe, dont on ne pût tirer parti,

même pour planter des bois; il ne s'agiroit que de connoître les espèces d'arbres qui conviendroient aux différens terreins.

ARTICLE IV.

Sur la culture & l'exploitation des Forêts.

DANS les arts qui sont de nécessité premiere, tels que l'agriculture, les hommes, même les plus grossiers, arrivent à force d'expériences à des pratiques utiles: la maniere de cultiver le blé, la vigne, les légumes, & les autres productions de la terre que l'on recueille tous les ans, est mieux & plus généralement connue que la façon d'entretenir & cultiver une forêt; & quand même la culture des champs seroit défectueuse à plusieurs égards, il est pourtant certain que les usages établis sont fondés sur des expériences continuellement répétées, dont les résultats sont des espèces d'approximations du vrai. Le cultivateur éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas se tromper, ou du moins à se tromper peu sur les moyens de rendre son terrein plus fertile.

Ce même intérêt se trouvant par-tout, il seroit naturel de penser que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois; cependant rien n'est moins connu, rien n'est plus négligé: le bois paroît être un présent de la nature qu'il suffit de recevoir tel qu'il sort de ses mains. La nécessité de le faire valoir ne s'est pas fait sentir; & la

maniere d'en jouir n'étant pas fondée sur des expériences assez répétées, on ignore jusqu'aux moyens les plus simples de conserver les forêts, & d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir insinuer par-là que les recherches & les observations que j'ai faites sur cette matiere, soient des découvertes admirables; je dois avertir au contraire que ce sont des choses communes, mais que leur utilité peut rendre importantes. J'ai déjà donné dans l'article précédent mes vues sur ce sujet; je vais dans celui-ci étendre ces vues, en présentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrein peut se mesurer par la culture; plus la terre est travaillée, plus elle rapporte de fruits; mais cette vérité, d'ailleurs si utile, souffre quelques exceptions; & dans les bois, une culture prématurée & mal entendue cause la disette au lieu de produire l'abondance; par exemple, on imagine, & je l'ai cru long-temps, que la meilleure maniere de mettre un terrein en nature de bois, est de nétoyer ce terrein, & de le bien cultiver avant que de semer le gland ou les autres graines qui doivent un jour le couvrir de bois; & je n'ai été désabusé de ce préjugé, qui paroît si raisonnable, que par une longue suite d'observations. J'ai fait des semis considérables & des plantations assez vastes, je les ai faites avec précaution; j'ai souvent fait arracher les genièvres, les bruyeres, & jusqu'aux moindres plantes que je regardois comme nuisi-

bles pour cultiver à fond & par plusieurs labours les terreins que je voulois ensemencer ; je ne doutois pas du succès d'un semis fait avec tous ces soins ; mais au bout de quelques années, j'ai reconnu que ces mêmes soins n'avoient servi qu'à retarder l'accroissement de mes jeunes plants, & que cette culture précédente qui m'avoit donné tant d'espérance, m'avoit causé des pertes considérables : ordinairement on dépense pour acquérir, ici la dépense nuit à l'acquisition.

Si l'on veut donc réussir à faire croître du bois dans un terrein de quelque qualité qu'il soit, il faut imiter la nature, il faut y planter & y semer des épines & des buissons qui puissent rompre la force du vent, diminuer celle de la gelée, & s'opposer à l'intempérie des saisons ; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants, & les protègent contre l'ardeur du soleil & la rigueur des frimats. Un terrein couvert, ou plutôt à demi-couvert de genièvres, de bruyeres, est un bois à moitié fait, & qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrein net & cultivé : voici les observations qui m'en ont assuré.

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpens chacune, semées en bois depuis neuf ans, ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis ; l'une des deux étoit un champ cultivé ; on a semé également & en même temps plusieurs cantons dans cette pièce, les uns dans le milieu de la pièce, les autres le long des bois taillis ; tous les cantons du milieu sont dépeuplés ;

tous ceux qui avoisinent le bois sont bien garnis : cette différence n'étoit pas sensible à la premiere année, pas même à la seconde; mais je me suis apperçu à la troisième année d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu; & les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été & à chaque hiver des années suivantes, il en a péri considérablement; & les fortes gelées de 1740 ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis, les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les uns contre les autres, & ils se sont élevés sans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur : il est évident qu'ils doivent leur accroissement au bois voisin qui leur a servi d'abri contre les injures des saisons. Cette pièce de quarante arpens est actuellement environnée d'une lisiere de cinq à six perches de largeur d'un bois naissant qui donne les plus belles espérances : à mesure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrein est moins garni; & quand on arrive à douze ou quinze perches de distance des bois taillis, à peine s'apperçoit-on qu'il ait été planté; l'exposition trop découverte est la seule cause de cette différence, car le terrein est absolument le même au milieu de la pièce & le long du bois; ces terreins avoient en même temps reçu les mêmes cultures, ils avoient été semés de la même façon & avec les mêmes graines. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans des semis encore

plus vaſtes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces eſt toujours dégarni, & que, quelque attention qu'on ait à reſemer cette partie du terrein tous les ans, elle ne peut ſe couvrir de bois, & reſte en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux foſſés qui ſe coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, & j'ai fait planter des épines, du peuplier & d'autres bois blancs tout le long de ces foſſés; cet abri, quoique léger, a ſuffi pour garantir les jeunes plants voiſins du foſſé; &, par cette petite dépenſe, j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de quarante arpens dont j'ai parlé, étoit avant la plantation compoſée de vingt arpens d'un terrein net & bien cultivé, & de vingt autres arpens en friche & recouverts d'un grand nombre de genièvres & d'épines: j'ai fait ſemer en même temps la plus grande partie de ces deux terreins; mais comme on ne pouvoit pas cultiver celui qui étoit couvert de genièvres, je me ſuis contenté d'y faire jeter des glands à la main ſous les genièvres, & j'ai fait mettre dans les places découvertes le gland ſous le gazon, au moyen d'un ſeul coup de pioche; on y avoit même épargné la graine dans l'incertitude du ſuccès, & je l'avois fait prodiguer dans le terrein cultivé. L'événement a été tout différent de ce que j'avois penſé; le terrein découvert & cultivé ſe couvrit à la premiere année d'une grande

quantité de jeunes chênes; mais peu-à-peu cette quantité a diminué, & elle seroit aujourd'hui presque réduite à rien, sans les soins que je me suis donné pour en conserver le reste. Le terrein au contraire qui étoit couvert d'épines & de genièvres est devenu en neuf ans un petit bois, où les jeunes chênes se sont élevés à cinq à six pieds de hauteur. Cette observation prouve encore mieux que la premiere combien l'abri est nécessaire à la conservation & à l'accroissement des jeunes plants; car je n'ai conservé ceux qui étoient dans le terrein trop découvert, qu'en plantant au printemps des boutures de peupliers & des épines, qui, après avoir pris racine, ont fait un peu de couvert, & ont défendu les jeunes chênes trop foibles pour résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ ou tout autre terrein cultivé, le plus difficile est donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la nature pour y faire croître des épines & des bruyeres; ici il faut une culture qui, dans un an ou deux, puisse mettre le terrein au même état où il se trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce sujet différentes tentatives: j'ai fait semer de l'épine, du genièvre, & plusieurs autres graines avec le gland; mais il faut trop de temps à ces graines pour lever & s'élever; la plupart demeurent en terre pendant deux ans; & j'ai aussi inutilement essayé des graines qui me paroissoient

plus hâtives ; il n'y a que la graine de marſeau qui réuſſiſſe & qui croiſſe aſſez promptement ſans culture : mais je n'ai rien trouvé de mieux pour faire du couvert, que de planter des boutures de peuplier, ou quelques pieds de tremble en même temps qu'on ſème le gland dans un terrein humide ; & dans des terreins ſecs, des épines, du ſureau, & quelques pieds de ſumach de Virginie ; ce dernier arbre ſurtout, qui eſt à peine connu des gens qui ne ſont pas Botaniſtes, ſe multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il ſuffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puiſſe en porter un grand nombre dans ſes plantations ; & les racines de cet arbre s'étendent ſi loin, qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans : on obſervera ſeulement de les faire couper juſqu'à terre à la ſeconde année, afin de faire pouſſer un plus grand nombre de rejetons. Après le ſumach, le tremble eſt le meilleur, car il pouſſe des rejetons à quarante ou cinquante pas ; & j'ai garni pluſieurs endroits de mes plantations, en faiſant ſeulement abattre quelques trembles qui s'y trouvoient par haſard. Il eſt vrai que cet arbre ne ſe tranſplante pas aiſément, ce qui doit faire préférer le ſumach ; de tous les arbres que je connois, c'eſt le ſeul qui, ſans aucune culture, croiſſe & ſe multiplie au point de garnir un terrein en auſſi peu de temps ; ſes racines courent preſque à la ſurface de la terre ; ainſi, elles ne font aucun tort à celles

des jeunes chênes qui pivotent & s'enfoncent dans la profondeur du sol. On ne doit pas craindre que ce sumach ou les autres mauvaises espèces de bois, comme le tremble, le peuplier & le marseau, puissent nuire aux bonnes espèces, comme le chêne & le hêtre: ceux-ci ne sont foibles que dans leur jeunesse; & après avoir passé les premieres années à l'ombre & à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'éleveront au-dessus, & devenant plus forts ils étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit & je le répète, on ne peut trop cultiver la terre lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu, & quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain?

J'ai voulu m'assurer par des expériences constantes, des avantages de la culture par rapport au bois; & pour arriver à des connoissances précises, j'ai fait semer dans un jardin quelques glands de ceux que je semois en même temps & en quantité dans mes bois; j'ai abandonné ceux-ci aux soins de la Nature, & j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'Art. En cinq années les chênes de mon jardin avoient acquis une tige de dix pieds, & de deux à trois pouces de diamètre, & une tête assez formée pour

pouvoir se mettre aisément à l'ombre dessous ; quelques-uns de ces arbres ont même donné, dès la cinquième année, du fruit, qui, étant semé au pied de ses peres, a produit d'autres arbres redevables de leur naissance à la force d'une culture assidue & étudiée. Les chênes de mes bois, semés en même temps, n'avoient, après cinq ans, que deux ou trois pieds de hauteur, (je parle des plus vigoureux, car le plus grand nombre n'avoit pas un pied) leur tige étoit à-peu-près grosse comme le doigt, leur forme étoit celle d'un petit buisson ; leur mauvaise figure, loin d'annoncer de la postérité, laissoit douter s'ils auroient assez de force pour se conserver eux-mêmes. Encouragé par ces succès de culture, & ne pouvant souffrir les avortons de mes bois, lorsque je les comparois aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même sur la dépense ; & j'entrepris de faire dans mes bois un canton assez considérable, où j'éleverois les arbres avec les mêmes soins que dans mon jardin : il ne s'agissoit pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds & demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin ; & pour améliorations de faire conduire dans ce terrein, qui me paroissoit un peu trop ferme & trop froid, plus de deux cents voitures de mauvais bois de recoupe & de copeaux que je fis brûler sur la place, & dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépense alloit déjà beaucoup au-delà du quadruple de la valeur du fonds : mais je me satisfaisois, & je voulois avoir

du bois en cinq ans; mes espérances étoient fondées sur ma propre expérience, sur la nature d'un terrein choisi entre cent autres terreins, & plus encore sur la résolution de ne rien épargner pour réussir, car c'étoit une expérience; cependant elles ont été trompées, j'ai été contraint, dès la premiere année, de renoncer à mes idées, & à la troisième j'ai abandonné ce terrein avec un dégoût égal à l'empressement que j'avois eu pour le cultiver. On n'en sera pas surpris lorsque je dirai qu'à la premiere année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme les mulots, les oiseaux, &c. la quantité des mauvaises herbes fut si grande qu'on étoit obligé de sarcler continuellement, & qu'en le faisant à la main & avec la plus grande précaution, on ne pouvoit cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naissans, ce qui leur causoit un préjudice sensible; je me souvins alors, mais trop tard, de la remarque des jardiniers, qui, la premiere année n'attendent rien d'un jardin neuf, & qui ont bien de la peine dans les trois premieres années à purger le terrein des mauvaises herbes dont il est rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient, l'eau me manqua pendant l'été, & ne pouvant arroser mes jeunes plants, ils en souffrirent d'autant plus qu'ils y avoient été accoutumés au printemps; d'ailleurs le grand soin avec lequel on ôtoit les mauvaises herbes, par de petits labours réitérés, avoit rendu le terrein net; & sur la fin de l'été la terre étoit devenue brûlante & d'une

secheresse affreuse, ce qui ne seroit point arrivé si on ne l'avoit pas cultivée aussi souvent, & si on eût laissé les mauvaises herbes qui avoient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que causa la gelée du printemps suivant; mon terrein, quoique bien situé, n'étoit pas assez éloigné des bois pour que la transpiration des feuilles naissantes des arbres ne se répandit pas sur mes jeunes plants; cette humidité accompagnée d'un vent de nord, les fit geler au 16 de mai, & dès ce jour je perdis presque toutes mes espérances; cependant je ne voulus point encore abandonner entiérement mon projet, je tâchai de remédier au mal causé par la gelée, en faisant couper toutes les parties mortes ou malades: cette opération fit un grand bien, mes jeunes arbres reprirent de la vigueur; & comme je n'avois qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réservai pour le besoin pressant; je diminuai aussi le nombre des labours, crainte de trop dessécher la terre, & je fus assez content du succès de ces petites attentions: la sève d'août fut abondante, & mes jeunes plants pousserent plus vigoureusement qu'au printemps; mais le but principal étoit manqué, le grand & prompt accroissement que je desirois, se réduisoit au quart de ce que j'avois espéré, & de ce que j'avois vu dans mon jardin: cela ralentit beaucoup mon ardeur, & je me contentai après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours l'année suivante, & encore y eut-il un espace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié,

& qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connoissance, car j'observai, avec quelque surprise, que les jeunes plants de ce canton étoient aussi vigoureux que ceux du canton cultivé; & cette remarque changea mes idées au sujet de la culture, & me fit abandonner ce terrein qui m'avoit tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer considérablement l'accroissement des jeunes arbres, & que je ne me suis trompé sur cela que du plus au moins : mais la grande erreur de tout ceci est la dépense, le produit n'est point du tout proportionné, & plus on répand d'argent dans un terrein qu'on veut convertir en bois, plus on se trompe; c'est un intérêt qui décroît à mesure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner ses vues d'un autre côté, la dépense devenant trop forte, il faut renoncer à ces cultures extraordinaires, & même à ces cultures qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en serfouissant légérement la terre à leur pied; outre des inconvéniens réels de cette derniere espèce de culture, celui de la dépense est suffisant pour qu'on s'en dégoûte aisément, sur-tout si l'on peut y substituer quelque chose de meilleur & qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de suppléer aux labours & presque à toutes les autres espèces de cultures, c'est de couper les jeunes plants jusqu'auprès de terre; ce moyen tout simple qu'il paroît, est d'une utilité infinie; & lorsqu'il est

mis en œuvre à propos, il accélere de plusieurs années le succès d'une plantation. Qu'on me permette à ce sujet, un peu de détail qui peut-être ne déplaira pas aux amateurs de l'Agriculture.

Tous les terreins peuvent se réduire à deux espéces, savoir, les terreins forts & les terreins légers; cette division, quelque générale qu'elle soit, suffit à mon dessein. Si l'on veut semer dans un terrein léger, on peut le faire labourer; cette opération fait d'autant plus d'effet, & cause d'autant moins de dépense que le terrein est plus léger : il ne faut qu'un seul labour, & on sème le gland en suivant la charrue. Comme ces terreins sont ordinairement secs & brûlans, il ne faut point arracher les mauvaises herbes que produit l'été suivant, elles entretiennent une fraîcheur bienfaisante, & garantissent les petits chênes de l'ardeur du Soleil; ensuite venant à périr & à sécher pendant l'automne, elles servent de chaume & d'arbri pendant l'hiver, & empêchent les racines de geler; il ne faut donc aucune espèce de culture dans ces terreins sablonneux. J'ai semé en bois un grand nombre d'arpens de cette nature de terrein, & j'ai réussi au-delà de mes espérances; les racines des jeunes arbres trouvant une terre légere & aisée à diviser, s'étendent & profitent de tous les sucs qui leur sont offerts; les pluies & les rosées pénétrent facilement jusqu'aux racines, il ne faut qu'un peu de couvert & d'abri pour faire réussir un semis dans des terreins de cette espèce; mais il est bien plus difficile de faire

croître du bois dans des terreins forts, & il faut une pratique toute différente; dans ces terreins, les premiers labours sont inutiles & souvent nuisibles, la meilleure maniere est de planter les glands à la pioche sans aucune culture précédente; mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de les perdre de vue & de n'y plus penser, il faut au contraire les visiter souvent; il faut observer la hauteur à laquelle ils se seront élevés la premiere anneé, observer ensuite s'ils ont poussé plus vigoureusement à la seconde année qu'à la premiere, & à la troisième qu'à la seconde: tant que l'accroissement va en augmentant ou même tant qu'il se soutient sur le même pied, il ne faut pas y toucher, mais on s'appercevra ordinairement à la troisième année que l'accroissement va en diminuant; & si on attend la quatrième, la cinquième, la sixième, &c. on reconnoîtra que l'accroissement de chaque année est toujours plus pétit; ainsi, dès qu'on s'appercevra que, sans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidens, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper jusqu'à terre au mois de mars, & l'on gagnera un grand nombre d'années. Le jeune arbre livré à lui-même dans un terrein fort & serré, ne peut étendre ses racines, la terre trop dure les fait refouler sur elles-mêmes, les petits filets tendres & herbacés, qui doivent nourrir l'arbre & former la nouvelle production de l'année, ne peuvent pénétrer la substance trop ferme de la terre; ainsi, l'arbre languit privé de nourriture,

riture, & la production annuelle diminue souvent jusqu'au point de ne donner que des feuilles & quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève se porte aux racines, en développe tous les germes; & agissant avec plus de puissance contre le terrein qui leur résiste, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, & divisent par le surcroît de leur force cette terre qu'elles avoient jusqu'alors vainement attaquée, elles y trouvent abondamment des sucs nourriciers; & dès qu'elles sont établies dans ce nouveau pays, elles poussent avec vigueur au-dehors la surabondance de leur nourriture, & produisent, dès la premiere année, un jet plus vigoureux & plus élevé que ne l'étoit l'ancienne tige de trois ans. J'ai si souvent réitéré cette expérience que je dois la donner comme un fait sûr, & comme la pratique la plus utile que je connoisse dans la culture des bois.

Dans un terrein qui n'est que ferme sans être trop dur, il suffira de receper une seule fois les jeunes plants pour les faire réussir. J'ai des cantons assez considérables d'une terre ferme & paîtrissable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croissent à merveille, & où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques années. Mais j'ai remarqué dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte & dure, qu'ayant fait couper à la seconde année mes jeunes plants, parce qu'ils étoient languissans, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre années on n'ait été obligé de les cou-

per une seconde fois; & je vais rapporter une autre expérience qui sera voir la nécessité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter, depuis dix ans, un nombre très considérable d'arbres de plusieurs espèces, comme des ormes, des frênes, des charmes, &c. La premiere année, tous ceux qui reprirent pousserent assez vigoureusement; la seconde année, ils ont poussé plus foiblement; la troisième année plus languissamment; ceux qui me parurent les plus malades étoient ceux qui étoient les plus gros & les plus âgés lorsque je les fis transplanter. Je voyois que la racine n'avoit pas la force de nourrir ces grandes tiges, cela me détermina à les faire couper; je fis faire la même opération aux plus petits les années suivantes, parce que leur langueur devint telle, que, sans un prompt secours, elle ne laissoit plus rien à espérer; cette premiere coupe renouvella mes arbres & leur donna beaucoup de vigueur, surtout pendant les deux premieres années, mais à la troisième je m'apperçus d'un peu de diminution dans l'accroissement: je l'attribuai d'abord à la température des saisons de cette année, qui n'avoit pas été aussi favorable que celle des années précédentes; mais je reconnus clairement, pendant l'année suivante, qui fut heureuse pour les plantes, que le mal n'avoit pas été causé par la seule intempérie des saisons; l'accroissement de mes arbres continuoit à diminuer, & auroit toujours diminué, comme je m'en suis assuré en laissant sur pied quelques-uns d'entr'eux, si je

ne les avois pas fait couper une seconde fois. Quatre ans se sont écoulés depuis cette seconde coupe, sans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroissement; & ces arbres, qui sont plantés dans uu terrein qui est en friche depuis plus de vingt ans, & qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force, & la feuille aussi verte que des arbres de pépinière; preuve évidente que la coupe faite à propos, peut suppléer à toute autre culture.

Les auteurs d'Agriculture sont bien éloignés de penser comme nous sur ce sujet; ils répètent tous les uns après les autres, que pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien se garder de couper le sommet des jeunes plantes, & qu'il faut conserver avec grand soin le *montant*, c'est-à-dire, le jet principal. Ce conseil n'est bon que dans de certains cas particuliers; mais il est généralement vrai, & je puis l'assurer, après un très grand nombre d'expériences, que rien n'est plus efficace pour redresser les arbres, & pour leur donner une tige droite & nette, que la coupe faite au pied. J'ai même observé souvent que les futaies venues de graines ou de jeunes plants, n'étoient pas si belles ni si droites que les futaies venues sur les jeunes souches; ainsi, on ne doit pas hésiter à mettre en pratique cette espèce de culture si facile & si peu coûteuse.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'elle est encore plus indispensable lorsque les jeunes plants ont été gelés, il n'y a pas d'autre

moyen pour les retablir que de les receper. On auroit dû, par exemple, receper tous les taillis de deux ou trois ans qui ont été gelés au mois d'octobre 1740, jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal : la seule façon d'y remédier c'est de couper, on sacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces observations générales sur la culture du bois, qu'il me soit permis de joindre quelques remarques utiles, & qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne & le hêtre sont les seuls arbres, à l'exception des pins & de quelques autres de moindre valeur, qu'on puisse semer avec succès dans des terreins incultes. Le hêtre peut être semé dans les terreins légers, la la graine ne peut pas sortir dans une terre forte, parce qu'elle pousse au-dehors son enveloppe au-dessus de la tige naissante; ainsi, il lui faut une terre meuble & facile à diviser, sans quoi elle reste & pourrit. Le chêne peut être semé dans presque tous les terreins; toutes les autres espèces d'arbres veulent être semés en pépinière, & ensuite transplantées à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre ensemble les arbres qui ne se conviennent pas, le chêne craint le voisinage des pins, des sapins, des hêtres & de tous les arbres qui poussent de grosses racines dans la profondeur du sol. En général, pour tirer le plus grand avantage d'un terrein, il faut planter ensemble des arbres qui tirent la substance du fond en poussant leurs racines à une grande profon-

deur, & d'autres arbres qui puiſſent tirer leur nourriture preſque de la ſurface de la terre, comme ſont les trembles, les tilleuls, les marſeaux & les autres dont les racines s'étendent & courent à quelques pouces ſeulement de profondeur ſans pénétrer plus avant.

Lorſqu'on veut ſemer du bois, il faut attendre une année abondante en glands, non-ſeulement parce qu'ils ſont meilleurs & moins chers, mais encore parce qu'ils ne feront pas dévorés par les oiſeaux, les mulots & les ſangliers, qui, trouvant abondamment du gland dans les forêts, ne viendront pas attaquer votre ſemis, ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de diſette. On n'imagineroit pas juſqu'à quel point les ſeuls mulots peuvent détruire un ſemis; j'en avois fait un, il y a deux ans, de quinze à ſeize arpens, j'avois ſemé au mois de novembre; au bout de quelques jours, je m'apperçus que les mulots emportoient tous les glands : ils habitent ſeuls, ou deux à deux & quelquefois trois à quatre dans un même trou; je fis découvrir quelques-uns de ces trous, & je fus épouvanté de voir dans chacun un demi-boiſſeau, & ſouvent un boiſſeau de glands que ces petits animaux avoient ramaſſés. Je donnai ordre ſur le champ qu'on dreſſât dans ce canton un grand nombre de pièges, où pour toute amorce on mit une noix grillée; en moins de trois ſemaines de temps on m'apporta près de treize cents mulots. Je ne rapporte ce fait, que pour faire voir combien ils ſont nuiſibles, & par

leur nombre & par leur diligence à serrer autant de glands qu'il peut en entrer dans leurs trous.

ARTICLE V.

Addition aux Observations précédentes.

I.

DANS un grand terrein très ingrat & mal situé, où rien ne vouloit croître, où le chêne, le hêtre & les autres arbres forestiers que j'avois semés n'avoient pu réussir, où tous ceux que j'avois plantés ne pouvoient s'élever, parce qu'ils étoient tous les ans saisis par les gelées, je fis planter, en 1734, des arbres toujours verds; savoir, une centaine de petits pins (*a*), autant d'épicéas & de sapins que j'avois élevés dans des caisses pendant trois ans; la plupart des sapins périrent dès la premiere année, & les épicéas dans les années suivantes; mais les pins ont résisté, & se sont emparés d'eux-mêmes d'un assez grand terrein. Dans les quatre ou cinq premieres années, leur accroissement étoit à peine sensible, on ne les a ni cultivés ni recepés; entiérement abandonnés aux soins de la Nature, ils ont commencé au bout de dix ans à se montrer en forme de petits buissons; dix ans après, ces buissons devenus bien plus gros, rap-

---

(*a*) *Pinus sylvestris Genevensis.*

portoient des cônes, dont le vent difperfoit les graines au loin ; dix ans aprés, c'eft-à-dire, au bout de trente ans, ces buiffons avoient pris de la tige, & aujourd'hui, en 1774, c'eft-à-dire, au bout de quarante ans, ces pins forment d'affez grands arbres dont les graines ont peuplé le terrein à plus de cent pas de diftance de chaque arbre. Comme ces petits pins venus de graine étoient en trop grand nombre, furtout dans le voifinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très grand nombre pour les tranfplanter plus loin, de maniere qu'aujourd'hui ce terrein, qui contient près de quarante arpens, eft entiérement couvert de pins, & forme un petit bois toujours verd, dans un grand efpace, qui de tout temps avoit été ftérile.

Lorfqu'on aura donc des terres ingrates, où le bois refufe de croître, & des parties de terrein fituées dans des petits vallons en montagne, où la gelée fupprime les rejetons des chênes & des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la maniere la plus sûre & la moins coûteufe de peupler ces terreins, eft d'y planter des jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans, tout l'efpace fera couvert de pins, & vingt ans après, on jouira du produit de la coupe de ce bois, dont la plantation n'aura prefque rien coûté. Et quoique la jouiffance de cette efpèce de culture foit fort éloignée, la petite dépenfe qu'elle fuppofe, & la fatisfaction de rendre vivantes des terres abfolument mortes, font des motifs plus que fuffians pour détermi-

ner tout pere de famille & tout bon citoyen à cette pratique utile pour la poſtérité; l'intérêt de l'Etat, & à plus forte raiſon celui de chaque particulier, eſt qu'il ne reſte aucune terre inculte; celles-ci qui de toutes ſont les plus ſtériles, & paroiſſent ſe refuſer à toute culture, deviendront néanmoins auſſi utiles que les autres. Car un bois de pins peut rapporter autant & peut-être plus qu'un bois ordinaire, & en l'exploitant convenablement devenir un fonds non-ſeulement auſſi fructueux, mais auſſi durable qu'aucun autre fonds de bois.

La meilleure maniere d'exploiter les taillis ordinaires, eſt de faire coupe nette en laiſſant le moins de balivaux qu'il eſt poſſible; il eſt très certain que ces balivaux font plus de tort à l'acroiſſement des taillis, plus de perte au propriétaire qu'ils ne donnent de bénéfice, & par conſéquent il y auroit de l'avantage à les tout ſupprimer. Mais, comme l'Ordonnance preſcrit d'en laiſſer au moins ſeize par arpent, les gens les plus ſoigneux de leurs bois ne pouvant ſe diſpenſer de cette ſervitude mal entendue, ont au moins grande attention à n'en pas laiſſer davantage, & font abattre à chaque coupe ſubſéquente ces balivaux réſervés. Dans un bois de pins, l'exploitation doit ſe faire tout autrement; comme cette eſpèce d'arbre ne repouſſe pas ſur ſouche ni des rejetons au loin, & qu'il ne ſe propage & multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans, qui tombent au pied ou ſont tranſportées par le vent aux environs
de

de chaque arbre, ce feroit détruire ce bois que d'en faire coupe nette; il faut y laiffer cinquante ou foixante arbres par arpens, ou, pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'eft-à-dire, éclaircir feulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant foin de laiffer les arbres qui portent le plus de graines; tous les dix ans, on fera, pour ainfi dire, une demi-coupe, ou même on pourra, tous les ans, prendre dans ce taillis le bois dont on aura befoin : cette derniere maniere, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de fon fonds, eft de toutes la plus avantageufe.

L'épreuve que je viens de rapporter, a été faite en Bourgogne, dans ma terre de Buffon, au-deffus, des collines les plus froides & les plus ftériles; la graine m'étoit venue des montagnes voifines de Genève, on ne connoiffoit point cette efpèce d'arbre en Bourgogne, qui y eft maintenant naturalifé & affez multiplié pour en faire à l'avenir de très grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réuffir. Cette efpèce de pin pourra croître & fe multiplier avec le même fuccès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une autre efpèce de pin, dont les cônes font plus alongés, & qu'on connoît fous le nom de *pin maritime* ou *pin de Bordeaux*, comme l'on connoît celui dont j'ai parlé, fous le nom de *pin de Genève.* Je fis venir & femer, il y a trente-deux ans, une affez grande

quantité de ces pins de Bordeaux, ils n'ont pas à beaucoup près auſſi-bien réuſſi que ceux de Genève; cependant il y en a quelques-uns qui ſont même d'une très-belle venue parmi les autres, & qui produiſent des graines depuis pluſieurs années; mais on ne s'apperçoit pas que ces graines réuſſiſſent ſans culture, & peuplent les environs de ces arbres, comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des ſapins & des épicéas dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode ſi facile & ſi peu diſpendieuſe, j'avouerai qu'ayant fait ſouvent jeter des graines de ces arbres en très grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a ſi bien réuſſi, je n'en ai jamais vu le produit, ni même eu la ſatisfaction d'en voir germer quelques-unes autour des arbres que j'avois fait planter, quoiqu'ils portent des cônes depuis pluſieurs années. Il faut donc un autre procédé, ou du moins ajouter quelque choſe à celui que je viens de donner, ſi l'on veut faire des bois de ces deux dernieres eſpèces d'arbres toujours verds.

II.

DANS les bois ordinaires, c'eſt-à-dire, dans ceux qui ſont plantés de chênes, de hêtres, de charmes, de frênes, & d'autres arbres dont l'accroiſſement eſt plus prompt, tels que les trembles, les bouleaux, les marſeaux, les coudriers, &c. il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze

à quinze ans ces dernieres eſpèces d'arbres, dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages; on coupe en même temps les épines & autres mauvais bois : cette opération ne fait qu'éclaircir le taillis, & bien loin de lui porter préjudice elle en accélère l'acroiſſement; le chêne, le hêtre & les autres bons arbres n'en croiſſent que plus vîte, en ſorte qu'il y a le double avantage de tirer d'avance une partie de ſon revenu par la vente de ces bois blancs, propres à faire des cercles, & de trouver enſuite un taillis tout compoſé de bois de bonne eſſence, & d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'eſt qu'il faudroit, pour ainſi dire, la faire par ſes mains; car, en vendant le *cerclage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient cette denrée, on riſque toujours la dégradation du taillis; il eſt preſque impoſſible de les empêcher de couper furtivement des chênes ou d'autres bons arbres, & dès-lors le tort qu'ils vous font, fait une grande déduction ſur le bénéfice & quelquefois l'excède.

III.

DANS les mauvais terreins, qui n'ont que ſix pouces ou tout au plus un pied de profondeur, & dont la terre eſt graveleuſe & maigre, on doit faire couper les taillis à ſeize ou dix-huit ans; dans les terreins médiocres à vingt-trois ou vingt-quatre ans, & dans les meilleurs fonds, il faut les attendre

juſqu'à trente : une expérience de quarante ans m'a démontré que ce ſont à très peu-près les termes du plus grand profit. Dans mes terres, & dans toutes celles qui les environnent , même à pluſieurs lieues de diſtance, on choiſit tout le gros bois, depuis ſept pouces de tour & au-deſſus, pour le faire flotter & l'envoyer à Paris, & tout le menu bois eſt conſommé par le chauffage du peuple ou par les forges ; mais dans d'autres cantons de la province, où il n'y a point de forges, & où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de conſommation, tout le menu bois tomberoit en pure perte ſi l'on n'avoit trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à-peu-près comme j'ai conſeillé de couper le bois de pins, avec cette différence qu'au lieu de laiſſer les grands arbres, on ne laiſſe que les petits : cette maniere d'exploiter les bois en les *jardinant*, eſt en uſage dans pluſieurs endroits ; on abat tous les plus beaux brins, & on laiſſe ſubſiſter les autres, qui, dix ans après, ſont abattus à leur tour, & ainſi de dix ans en dix ans, ou de douze en douze ans, on a plus de moitié coupe, c'eſt-à-dire, plus de moitié de produit. Mais cette maniere d'exploitation, quoiqu'utile, ne laiſſe pas d'être ſujette à des inconvéniens. On ne peut abattre les plus grands arbres ſans faire ſouffrir les petits. D'ailleurs le bûcheron étant preſque toujours mal-à-laiſe, ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied, & ſouvent plus d'un pied au-

deſſus de terre, ce qui fait un grand tort aux revenues; ces ſouches élevées ne pouſſent jamais des rejetons auſſi vigoureux ni en auſſi grand nombre que les ſouches coupées à fleur de terre; & l'une des plus utiles attentions qu'on doive donner à l'exploitation des taillis, eſt de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il eſt poſſible.

IV.

LES bois occupent preſque par-tout le haut des côteaux & les ſommets des collines & des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces eſpéces de plaines au-deſſus des montagnes, il ſe trouve des terreins enfoncés, des eſpèces de vallons ſecs & froids, qu'on appelle des *combes*. Quoique le terrein de ces combes ait ordinairement plus de profondeur, & ſoit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent, le bois néanmoins n'y eſt jamais auſſi beau, il ne pouſſe qu'un mois plus tard, & ſouvent il y a de la différence de plus de moitié dans l'accroiſſement total. A quarante ans, le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des côteaux qui l'environnent vaut à vingt ans. Cette prodigieuſe différence eſt occaſionnée par la gelée qui, tous les ans & preſqu'en toute ſaiſon, ſe fait ſentir dans ces combes, & ſupprimant en partie les jeunes rejetons, rend les arbres raffaus, rabougris & galleux. J'ai remarqué dans pluſieurs coupes où l'on avoit laiſſé quelques bouquets de bois, que tout ce qui étoit auprès de ces

bouquets & ſitués à l'abri du vent de nord étoit entiérement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits expoſés au vent du nord n'étoient point du tout gelés; cette obſervation me fournit la véritable raiſon pourquoi les combes & les lieux bas dans les bois ſont ſi ſujets à la gelée, & ſi tardifs à l'égard des terreins plus élevés, où les bois deviennent très beaux, quoique ſouvent la terre y ſoit moins bonne que dans les combes; c'eſt parce que l'humidité & les brouillards qui s'élèvent de la terre ſéjournent dans les combes, s'y condenſent, & par ce froid humide occaſionnent la gelée; tandis que, ſur les lieux plus élevés, les vents diviſent & chaſſent les vapeurs nuiſibles, & les empêchent de tomber ſur les arbres, ou du moins de s'y attacher en auſſi grande quantité & en auſſi groſſes gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année, auſſi le bois n'y vaut jamais rien; j'ai quelquefois parcouru en été la nuit à la chaſſe ces différens pays de bois, & je me ſouviens parfaitement que, ſur les lieux élevés, j'avois chaud, mais qu'auſſi-tôt que je deſcendois dans ces combes, un froid vif & inquiétant, quoique ſans vent, me ſaiſiſſoit, de ſorte que ſouvent à dix pas de diſtance on auroit cru changer de climat; des charbonniers qui marchoient nus pieds, trouvoient la terre chaude ſur ces éminences, & d'une froidure inſupportable dans ces petits vallons. Lorſque ces combes ſe trouvent ſituées de maniere à être enfilées par les vents froids & humides du nord-oueſt, la

gelée s'y fait ſentir, même aux mois de Juillet & d'Août; le bois ne peut y croître, les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir; & ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis ſemblable à ceux qui les environnent, qu'un eſpace ſtérile, qu'on appelle *une chaume*, & qui diffère d'une friche, en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne ſait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui ſont au milieu des bois. Les grains qu'on pourroit y ſemer ſont toujours détruits par les grands froids de l'hiver ou par les gelées du printemps; il n'y a guere que le blé noir ou ſarazin qui puiſſe y croître, & encore le produit ne vaut pas la dépenſe de la culture. Ces terreins reſtent donc déſerts, abandonnés, & ſont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui ſeule contient cent cinquante arpens, dont le produit eſt preſque nul. Le ſuccès de ma plantation de pins, qui n'eſt qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter des jeunes arbres de cette eſpèce; je n'ai commencé que depuis quelques années; je vois déjà par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet eſpace ſtérile, de temps immémorial, ſera un bois de pins tout auſſi fourni que le premier que j'ai décrit.

V.

J'AI fait écorcer ſur pied des pins, des ſapins, & d'autres eſpèces d'arbres toujours verds; j'ai reconnu que ces arbres dépouil-

lés de leur écorce vivent plus long-temps que les chênes auxquels on fait la même opération, & leur bois acquiert de même plus de dureté, plus de force & plus de ſolidité. Il ſeroit donc très utile de faire écorcer ſur pied les ſapins qu'on deſtine aux mâtures des vaiſſeaux, en les laiſſant deux, trois & même quatre ans ſécher ainſi ſur pied; ils acquerront une force & une dureté bien plus grande que dans leur état naturel. Il en eſt de même de toutes les groſſes pièces de chêne que l'on emploie dans la conſtruction des vaiſſeaux; elles ſeroient plus réſiſtantes, plus ſolides & plus durables ſi on les tiroit d'arbres écorcés & ſéchés ſur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brin de la groſſeur néceſſaire pour faire une ſeule pièce courbe, que de ſcier ces courbes dans de plus groſſes pièces; celles-ci ſont toujours tranchées & foibles, au lieu que les pièces de brin étant courbées dans du ſable chaud, conſervent preſque toute la force de leurs fibres longitudinales: j'ai reconnu, en faiſant rompre des courbes de ces deux eſpèces, qu'il y avoit plus d'un tiers de différence dans leur force; que les courbes tranchées caſſoient ſubitement, & que celles qui avoient été courbées par la chaleur graduée & par une charge conſtamment appliquée, ſe rétabliſſoient preſque de niveau avant que d'éclater & ſe rompre.

VI.

On eſt dans l'uſage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du Roi ou des ſeigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réſerver dans les bois qu'on veut couper; cette pratique eſt mauvaiſe, on enlève l'écorce & une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau; la bleſſure ne ſe cicatriſe jamais parfaitement, & ſouvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en eſt menue, plus le mal eſt grand. On retrouve dans l'intérieur d'un arbre de cent ans, les coups de marteau qu'on lui aura donnés à vingt-cinq, cinquante & ſoixante-quinze ans; & tous ces endroits ſont remplis de pourriture, & forment ſouvent des abreuvoirs ou des fuſées en bas ou en haut qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudroit mieux marquer avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudroit réſerver, la dépenſe ſeroit à-peu-près la même, & la couleur ne feroit aucun tort à l'arbre, & dureroit au moins pendant tout le temps de l'exploitation.

VII.

On trouve communément dans les bois deux eſpèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables & différentes l'une de l'autre à pluſieurs égards. La premiere eſt le chêne à gros gland qui n'eſt qu'un à un, ou tout au plus deux à deux ſur la branche;

l'écorce de ces chênes est blanche & lisse; la feuille grande & large, le bois blanc, liant, très ferme, & néanmoins très aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes, de trois, quatre ou cinq ensemble; l'écorce en est plus brune & toujours gersée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite, & l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terreins peu profonds, dans toutes les terres maigres, on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, & qu'au contraire on ne voit guere que des chênes à gros glands dans les très bons terreins. Je ne suis pas assuré que cette variété soit constante & se propage par la graine; mais j'ai reconnu, après avoir semé plusieurs années, une très grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement & mêlés, & d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans les mauvais terreins, & qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se trouve des chênes à gros glands. Le bois de ces chênes ressemble si fort à celui du châtaigner par la texture & par la couleur, qu'on les a pris l'un pour l'autre; c'est sur cette ressemblance qui n'a pas été indiquée, qu'est fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes églises sont de bois de châtaigner; j'ai eu occasion d'en voir quelques-unes, & j'ai reconnu que ces bois prétendus de châtaigner étoient du chêne blanc à gros glands, dont je viens de parler, qui étoit autrefois bien plus commun qu'il ne l'est au-

jourd'hui, par une raiſon bien ſimple; c'eſt qu'autrefois, avant que la France ne fût auſſi peuplée, il exiſtoit une quantité bien plus grande de bois en bon terrein, & par conſéquent une bien plus grande quantité de ces chênes dont le bois reſſemble à celui du châtaigner.

Le châtaigner affecte des terreins particuliers; il ne croît point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond eſt de matiere calcaire; il y a donc de très grands cantons & des provinces entieres où l'on ne voit point de châtaigners dans les bois; & néanmoins on nous montre dans ces mêmes cantons des charpentes anciennes, qu'on prétend être de châtaigner, & qui ſont de l'eſpèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant comparé le bois de ces chênes à gros glands au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, & depuis vingt-cinq ans juſqu'à cent ans & au-deſſus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a conſtamment plus de cœur & moins d'aubier que le chêne à petits glands dans la proportion du double au ſimple; ſi le premier n'a qu'un pouce d'aubier, ſur huit pouces de cœur, le ſecond n'aura que ſept pouces de cœur ſur deux pouces d'aubier, & ainſi de toutes les autres meſures; d'où il réſulte une perte du double lorſqu'on équarrit ces bois; car on ne peut tirer qu'une pièce de ſept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands de même âge & de même groſſeur. On ne peut donc recomman-

der aſſez la conſervation & le repeuplement de cette belle eſpèce de chênes, qui a ſur l'eſpèce commune le plus grand avantage d'un accroiſſement plus prompt, & dont le bois eſt non-ſeulement plus plein, plus fort, mais encore plus élaſtique. Le trou fait par une balle de mouſquet dans une planche de ce chêne, ſe rétrécit par le reſſort du bois de plus d'un tiers de plus que dans le chêne commun, & c'eſt une raiſon de plus de préférer ce bon chêne pour la conſtruction des vaiſſeaux; le boulet de canon ne le feroit point éclater, & les trous ſeroient plus aiſés à boucher. En général, plus les chênes croiſſent vîte, plus ils forment de cœur & meilleurs ils ſont pour le ſervice, à groſſeur égale; leur tiſſu eſt plus ferme que celui des chênes qui croiſſent lentement, parce qu'il y a moins de cloiſons, moins de ſéparation entre les couches ligneuſes dans le même eſpace.

Fin du huitième Volume.

TABLE

De ce qui est contenu dans ce Volume.

Partie expérimentale.

